Bedienungsanleitung

EXTECH®
INSTRUMENTS
A FLIR COMPANY

MS6000-Serie

Digitales Speicher-Oszilloskop

Chapter 1 – Inhalt

CHAPTER 1 - INHALT 2

1.1 ALLGEMEINE SICHERHEITSHINWEISE 4
1.2 SICHERHEITSBEGRIFFE UND -SYMBOLE 5
1.3 BEGRIFFE AM GERÄT 5
1.4 SYMBOLE AM GERÄT 5
1.5 ENTSORGUNG DES GERÄTS UND DER BATTERIEN 6

CHAPTER 2 -ÜBERSICHT 7

2.1 KURZE EINFÜHRUNG IN DIE MS6000-SERIE 7

CHAPTER 3 - ERSTE SCHRITTE 8

3.1 INSTALLATION 8
3.2 FUNKTIONSTEST 8
3.3 EINSCHALTEN DES OSZILLOSKOPS 8
3.4 SCHLIEßEN SIE DEN TASTKOPF AN DAS OSZILLOSKOP AN 8
3.5 EIN WELLENFORM ANZEIGEN 9
3.6 TASTKOPF 9
3.7 SICHERHEIT 9
3.8 MANUELLE TASTKOPFKOMPENSATION 10
3.9 EINSTELLUNG DER TASTKOPFABSCHWÄCHUNG 11
3.10 SELBSTKALIBRIERUNG 11
3.11 MULTIFUNKTIONSSTEUERUNG 11
- HAUPTMERKMALE 12
3.12 EINRICHTEN DES OSZILLOSKOPS 12
3.13 TRIGGER 12
3.14 SIGNALERFASSUNG 14
3.15 SKALIERUNG UND POSITIONIERUNG VON SIGNALEN 15
3.16 MESSUNG VON SIGNALEN 16

CHAPTER 4 - BEDIENUNGSGRUNDLAGEN 18

4.1 ANZEIGEBEREICH 19
4.1.1 XY-Format 21

4.2 HORIZONTALE BEDIENELEMENTE 22
4.2.1 Scan-Modusanzeige (Roll-Modus) *25*
4.3 VERTIKALE BEDIENELEMENTE 25
4.3.1 Math-FFT *28*
4.3.1.1 Einrichten des Zeitbereichssignals 28
4.3.1.2 Anzeige des FFT-Spektrums 30
4.3.1.3 Auswahl eines FFT-Fensters 31
4.3.1.4 FFT-Aliasing 33
4.3.1.5 Ausschalten von Aliasing 33
4.3.1.6 Vergrößern und Messen eines FFT-Spektrums 34
4.3.1.7 Messen eines FFT-Spektrums mithilfe von Cursorn 34
4.4 TRIGGER-BEDIENELEMENTE 35
4.5 MENÜ- UND OPTIONSTASTEN 44
4.5.1 SPEICHERN/ABRUFEN *44*
4.5.2 MESSUNG *47*
4.5.3 CURSOR *49*
4.5.4 DIENSTPROGRAMM *50*
4.5.5 ANZEIGE *54*
4.5.6 ERFASSEN *55*
4.5.7 Tasten für schnelle Aktionen *57*
4.5.8 AUTOSET *57*
CHAPTER 5 - BENUTZEN DES MULTIMETERS 59
CHAPTER 6 - FEHLERBEHEBUNG 72
6.1 FEHLERBEHEBUNG 72
CHAPTER 7 - TECHNISCHE DATEN 73
7.1 TECHNISCHE DATEN 73
CHAPTER 8 - ALLGEMEINE PFLEGE UND REINIGUNG 85
8.1 ALLGEMEINE PFLEGE 85
8.2 REINIGUNG 85

- Sicherheitshinweise

1.1 Allgemeine Sicherheitshinweise

Beachten Sie zum Schutz vor Verletzungen und zur Verhinderung von Schäden an diesem Gerät oder an damit verbundenen Geräten die folgenden Sicherheitshinweise. Verwenden Sie dieses Gerät nur gemäß der Spezifikation, um jede mögliche Gefährdung auszuschließen.

Wartungsarbeiten sind nur von qualifiziertem Personal durchzuführen.

Verhütung von Bränden und Verletzungen.

Verwenden Sie ein ordnungsgemäßes Netzkabel. Verwenden Sie nur das mit diesem Produkt ausgelieferte und für das Einsatzland zugelassene Netzkabel.

Schließen Sie das Gerät ordnungsgemäß an und stecken Sie es ordnungsgemäß ab. Schließen Sie den Tastkopf am Oszilloskop an, bevor Sie ihn mit dem Messpunkt verbinden. Trennen Sie den Tastkopf vom Messpunkt, bevor Sie den Tastkopf vom Oszilloskop trennen.

Erden Sie das Produkt. Das Gerät ist über den Netzkabelschutzleiter geerdet. Zur Verhinderung von Stromschlägen muss der Schutzleiter mit der Stromnetzerdung verbunden sein. Vergewissern Sie sich, dass eine geeignete Erdung besteht, bevor Sie Verbindungen zu den Eingangs oder Ausgangsanschlüssen des Geräts herstellen.

Schließen Sie den Tastkopf ordnungsgemäß an. Schließen Sie den Tastkopf-Referenzleiter nur an die Erdung an. Den Masseanschluss nicht an spannungsführende Klemmen anschließen.

Beachten Sie alle Angaben zu den Anschlüssen. Beachten Sie zur Verhütung von Bränden oder Stromschlägen die Kenndatenangaben und Kennzeichnungen am Gerät. Lesen Sie die entsprechenden Angaben in der Bedienungsanleitung, bevor Sie das Gerät anschließen.

Schließen Sie die Abdeckungen. Nehmen Sie das Gerät nicht in Betrieb, wenn Abdeckungen oder Gehäuseteile entfernt sind.

Vermeiden Sie offen liegende Kabel. Berühren Sie keine freiliegenden Anschlüsse oder Bauteile, wenn diese unter Spannung stehen.

Bei Verdacht auf Funktionsfehler nicht betreiben. Wenn Sie vermuten, dass das Gerät beschädigt ist, lassen Sie es von qualifiziertem Wartungspersonal überprüfen.

Sorgen Sie für die richtige Kühlung.

Nicht bei hoher Feuchtigkeit oder Nässe betreiben.

Nicht in Arbeitsumgebung mit Explosionsgefahr betreiben.

Sorgen Sie für saubere und trockene Produktoberflächen.

1.2 Sicherheitsbegriffe und -symbole

In diesem Handbuch werden die folgenden Begriffe verwendet:

WARNUNG „Warnung" weist auf Bedingungen oder Verfahrensweisen hin, die eine Verletzungs- oder Lebensgefahr darstellen.

VORSICHT Der Hinweis „Vorsicht" macht auf Bedingungen oder Verfahrensweisen aufmerksam, die zu Schäden am Gerät oder zu sonstigen Sachschäden führen können.

1.3 Begriffe am Gerät

Am Gerät sind eventuell die folgenden Begriffe zu sehen:
GEFAHR weist auf eine Verletzungsgefahr hin, die mit der entsprechenden Hinweisstelle unmittelbar in Verbindung steht.
WARNUNG weist auf eine Verletzungsgefahr hin, die nicht unmittelbar mit der entsprechenden Hinweisstelle in Verbindung steht.
VORSICHT weist auf mögliche Sach- oder Geräteschäden hin.

1.4 Symbole am Gerät

Am Gerät sind eventuell die folgenden Symbole zu sehen:

Schutzleiteranschluss (Erde)

Mess-Erdungsanschluss

VORSICHT Beachten Sie

Mess-Eingangsanschluss

Vom Stromnetz getrennt AUS (Stromversorgung)

An das Stromnetz angeschlosse

Hochspannung

1.5 Entsorgung des Geräts und der Batterien

Wiederverwertung und Entsorgung von Batterien

Sie als Endverbraucher sind gesetzlich verpflichtet (EU-Batterieverordnung) alle verbrauchten Batterien zurückzugeben. Die Entsorgung mit dem Haushaltsmüll ist verboten! Sie können Ihre verbrauchten Batterien / Akkus an den Sammelstellen in Ihrer Gemeinde oder überall dort, wo Batterien / Akkus verkauft werden, abgeben!

Entsorgung: Befolgen Sie die gültigen rechtlichen Vorschriften bezüglich der Entsorgung des Gerätes am Ende seines Lebenszyklus.

Chapter 2 - Übersicht

2.1 Kurze Einführung in die MS6000-Serie

Modell	Kanäle	Bandbreite	Abtastrate	LCD
MS6060	2	60 MHz	1 GS/s	14.2 cm Farbe
MS6100	2	100 MHz	1 GS/s	14.2 cm Farbe
MS6200	2	200 MHz	1 GS/s	14.2 cm Farbe

Tabelle 2-1 Liste der Modelle der MS6000-Serie

Die Bandbreite der Oszilloskope der MS6000-Serie reicht von 60 MHz bis 200 MHz. Die Serie bietet Echtzeit- bzw. gleichwertige Abtastraten bis zu 1 GSa/s und 25 GSa/s. Darüber hinaus hat sie maximal 1 MB Speichertiefe für bessere Beobachtung der Signaldetails und besitzt für eine einfache Bedienung ein 14.2 cm TFT Farb-LCD sowie windows-ähnliche Bildschirme und Menüs.

Bei jeder Messung optimieren zusätzlich umfangreiche Menüinformationen und einfach zu bedienenden Tasten die Qualität der erfassten Informationen. Die multifunktionalen und leistungsfähigen Tastenkombinationen sparen Zeit und steigern die Effizienz. Mit der Autoset (**AUTO**)-Funktion können Sie Sinus- und Rechteck-Wellenformen automatisch erkennen.

Chapter 3 - Erste Schritte

3.1 Installation

Um eine ausreichende Belüftung des Oszilloskops während des Betriebs zu gewährleisten, halten Sie einen Abstand von mehr als 5 cm auf der Oberseite und beiden Seiten des Geräts ein.

3.2 Funktionstest

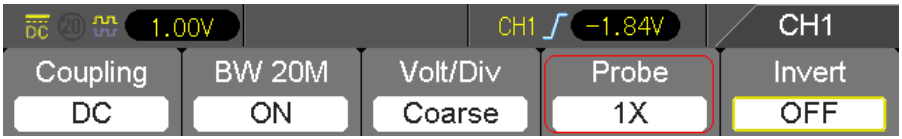
Führen Sie für einen schnellen Funktionstest Ihres Oszilloskops die folgenden Schritte durch.

3.3 Einschalten des Oszilloskops

Drücken Sie die „ON/OFF“-Taste. Der Anlaufvorgang dauert bis zu 15 Sekunden.

HINWEIS: Das Ladegerät dient **nur zum Aufladen der Batterie.**

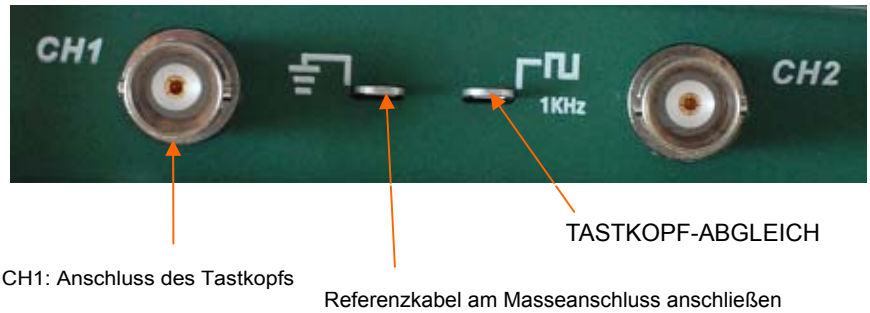
Die Verwendung des Ladegeräts während des Messvorgangs ist nicht ratsam.



Die Standard-Tastkopfparameter

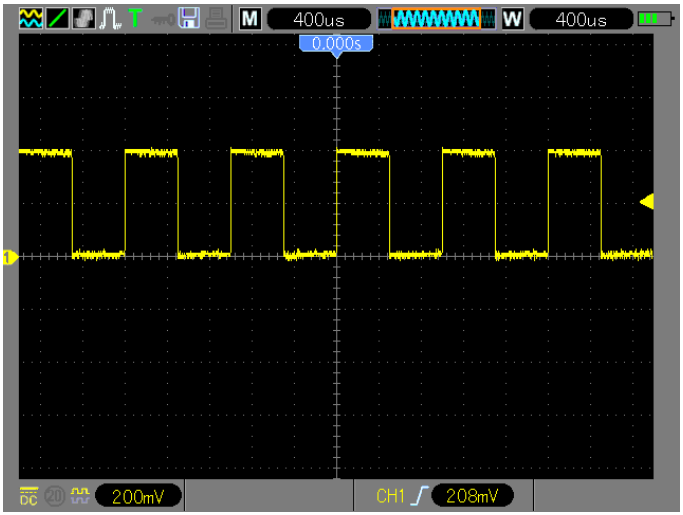
3.4 Schließen Sie den Tastkopf an das Oszilloskop an

Stellen Sie den Schalter am Tastkopf auf 10X und schließen Sie den Tastkopf an der BNC-Buchse von Kanal 1 am Oszilloskop an. Schließen Sie die Tastkopfspitze am 1 kHz Tastkopf-Abgleichanschluss und das Referenzkabel am Masseanschluss an. Die Abschwächungseinstellung des CH1 Standard-Tastkopfs beträgt 1X. Ändern Sie diese auf 10X.



3.5 Ein Wellenform anzeigen

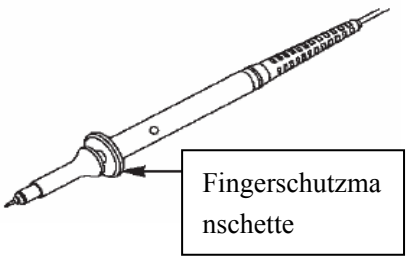
Zeigen Sie mit der Taste AUTO ein 1 kHz Rechtecksignal mit ca. 5 V Spitze-zu-Spitze auf dem Display an. Drücken Sie die Taste CH1 und entfernen Sie den Tastkopf von Kanal 1. Schließen Sie den Tastkopf an der BNC-Buchse von CH2 an, drücken Sie die Taste CH2 und wiederholen Sie auf Kanal 2 die Schritte zum Anzeigen des Testsignals.



3.6 Tastkopf

3.7 Sicherheit

Um einen Stromschlag bei der Verwendung des Tastkopfs zu vermeiden, halten Sie das Gerät immer am Tastkopfgehäuseschutz. Berühren Sie keine Metallteile des Tastkopfs, wenn der Tastkopf mit einer Spannungsquelle verbunden ist. Schließen Sie den Tastkopf an das Oszilloskop und die Erdungsklemme an die Erdung an, bevor Sie Messungen vornehmen

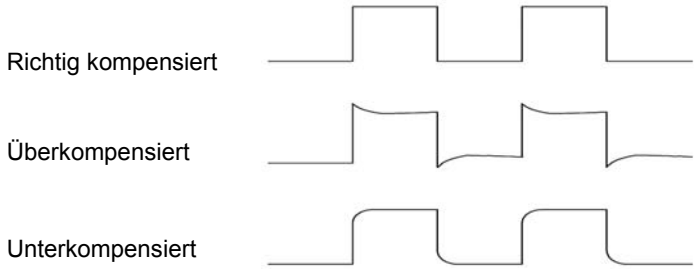


3.8 Manuelle Tastkopfkompensation

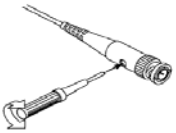
Nehmen Sie beim ersten Anschluss eines Tastkopfs an einen Eingangskanal diese Einstellung manuell vor, um den Tastkopf mit dem Eingangskanal abzugleichen. Nicht-abgeglichene Tastköpfe können zu Fehlern oder Störungen bei Messungen führen.

Zum Einstellen der Tastkopfkompensation gehen Sie folgendermaßen vor.

1. Stellen Sie den Schalter am Tastkopf auf 10X und schließen Sie den Tastkopf am BNC-Stecker von Kanal 1 des Oszilloskops an. Schließen Sie die Hakenspitze des Tastkopfs am ~5 V/1 kHz-TASTKOPF-ABGL.-Stecker und das Referenzkabel am Erdungsanschluss TASTKOPF-ABGL. an. Drücken Sie die Taste CH1 und stellen Sie die Tastkopfabschwächung auf 10X. Drücken Sie die Taste AUTO und das 1 kHz Referenzsignal sollte angezeigt werden.
2. Überprüfen Sie die Form des angezeigten Signals.



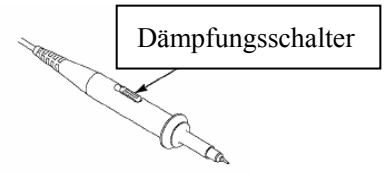
3. Stellen Sie falls nötig mit einem nichtmetallischen Schraubendreher den Tastkopftrimmer so ein, dass ein exaktes Rechtecksignal auf dem Display erscheint, siehe obige Abbildung. Wiederholen Sie diesen Vorgang nötigenfalls für zusätzliche Tastköpfe. Für eine Darstellung der Einstellung siehe die Abbildung unten.



3.9 Einstellung der Tastkopfabschwächung

Tastköpfe sind mit unterschiedlichen Abschwächungsfaktoren verfügbar, die sich auf die Vertikalskalierung des Signals auswirken. Achten Sie darauf, dass der Dämpfungsfaktor im Oszilloskop der mit dem Schalter am Kanal-Tastkopf eingestellten Dämpfung entspricht. Der Schalter kann auf 1X und 10X eingestellt werden. Drücken Sie die Taste für das vertikale Menü (beispielsweise die CH1-Taste), um die Tastkopfabschwächung an die Tastkopfeinstellung anzupassen. Wählen Sie die Tastkopfoption, die zum Dämpfungsfaktor des verwendeten Tastkopfs passt.

Wird der Dämpfungsschalter auf 1X eingestellt, begrenzt der Tastkopf die Oszilloskopbandbreite auf 6 MHz. Um die volle Bandbreite des Oszilloskops zu verwenden, achten Sie darauf, dass der Schalter auf 10X eingestellt ist.

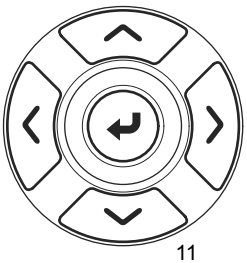


3.10 Selbstkalibrierung

Mit dem Selbstkalibrierungsprogramm können Sie den Signalpfad des Oszilloskops für eine maximale Messgenauigkeit optimieren. Sie können die Routine jederzeit ausführen. Sie sollten sie jedoch immer dann ausführen, wenn sich die Umgebungstemperatur um 5 °C oder mehr geändert hat. Um die Genauigkeit der Kalibrierung zu gewährleisten, schalten Sie das Oszilloskop ein, und warten Sie vor der Selbstkalibrierung ca. 20 Minuten. Zum Kompensieren des Signalpfades trennen Sie sämtliche Tastköpfe und Kabel von den Eingangssteckern.

3.11 Multifunktionssteuerung

Die Pfeiltasten der Multifunktionssteuerung werden zum Bewegen der Cursor und zum Ändern der Einstellungen eines Menüpunkts verwendet.



- Hauptmerkmale

Dieses Kapitel enthält einige allgemeine Informationen, die Sie vor der Verwendung des Oszilloskops beachten sollten. Es enthält:

4.1 Einrichten des Oszilloskops
4.2 Trigger
4.3 Datenerfassung
4.4 Signalskalierung und -positionierung
4.5 Signalmessung

3.12 Einrichten des Oszilloskops

Während der Bedienung des Oszilloskops wird in den meisten Fällen die Auto-Setup-Funktion verwendet werden.

Auto-Setup: Mit dieser Funktion können die horizontale und vertikale Skalierung des Oszilloskops sowie Trigger-Kopplung, -Art, -Position, -Flanke, -Pegel und -Modus usw. automatisch eingestellt werden, um eine stabile Wellenform anzuzeigen. Aktivieren Sie Autoset mit der Taste **AUTO**.

3.13 Trigger

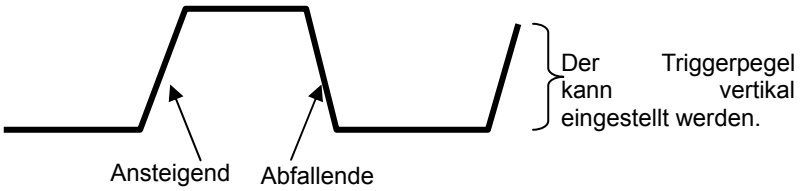
Über den Trigger wird festgelegt, wann das Oszilloskop mit der Datenerfassung und Signalanzeige beginnt. Bei richtiger Einstellung des Triggers wandelt das Oszilloskop instabile Anzeigen oder leere Bildschirme in sinnvolle Signale um. Grundlegende Informationen zur Triggerung finden Sie weiter unten.

Trigger-Quelle: Das Triggersignal kann entweder von Kanal 1 (CH1) oder Kanal 2 (CH2) erzeugt werden. Der Eingangskanal normalerweise triggern, egal ob das Eingangssignal angezeigt wird oder nicht.

Trigger-Art: Das Oszilloskop besitzt sechs Tripper-Arten: Video, Impulsbreite, Slope, Timeout und Alter. Aktivieren Sie diese Funktion mit der Taste **TRIG**.

- **-Trigger** Triggert, wenn die Trigger-Eingangsquelle eine eingestellte Grenze in einer angegebenen Richtung überschreitet.
- **Video-Trigger** führt bei Standardvideosignalen einen Teilbild- oder Zeilentrigger aus.
- **Impulsbreiten-Trigger** kann bei normalen oder verzerrten Impulsen triggern, welche die Triggerbedingungen erfüllen.
- **Slope-Trigger** benutzt zum Triggern die Anstiegszeit und Abfallszeit der Flanke eines Signals.
- **Timeout-Trigger** triggert, nachdem die Flanke eines Signals die eingestellte Zeit erreicht hat.
- **Alternate-Trigger** schaltet mit einer bestimmten Frequenz zwischen zwei Analogkanälen (CH1 und CH2) um, damit die Kanäle Wechsel-Triggersignale erzeugen.

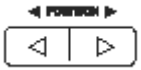
Slope und Pegel: (Stellen Sie die Triggerart auf oder Slope) Die Slope- und Pegelregler helfen beim Definieren des Triggerpunkts. Die Slopeoption legt fest, ob sich der Triggerpunkt auf der steigenden oder abfallenden Flanke eines Signals befindet. Um die Trigger-Slopefunktion durchzuführen, drücken Sie die Taste TRIG und wählen anschließend den -Trigger (F1). Wählen Sie mit der Slope-Taste (F3) entweder ansteigend oder abfallend. Die Taste LEVEL legt fest, wo auf der Flanke der Triggerpunkt liegt.



Die Triggerflanke kann ansteigen oder abfallen

Triggermodus: (Auto, Normal, Single): Sie können den Triggermodus Auto oder Normal auswählen, um festzulegen, wie Daten vom Oszilloskop erfasst werden, wenn keine Triggerbedingung erkannt wird. **Auto-Modus** wird für eine freilaufende Signalerfassung in Abwesenheit eines gültigen Triggers verwendet. Hierbei ist eine ungetriggerte Signalabtastung mit 80 ms/div oder langsameren Zeitbasis-Einstellungen möglich. **Normaler Modus** aktualisiert die angezeigten Signale nur dann, wenn das Oszilloskop eine gültige Triggerbedingung erkennt. Auf dem Oszilloskop werden solange die alten Signale angezeigt, bis sie durch neue ersetzt werden. Dieser Modus sollte benutzt werden, wenn nur die effektiv getriggerten Wellenformen angezeigt werden sollen. Bei Verwendung dieses Modus zeigt das Oszilloskop erst nach dem ersten Triggervorgang ein Signal an.
Single Modus zeigt das jeweils einen Signalverlauf an.

Trigger-Kopplung: (AC, DC, Noise Reject, HF Reject, LF Reject) Mit der Option Triggerkopplung können Sie bestimmen, welcher Signalteil zur Triggerschaltung geleitet werden soll. Auf diese Weise lässt sich das Signal stabiler anzeigen. Zur Verwendung der Triggerkopplung drücken Sie die Taste **TRIG** und wählen einen Flanken-, Impuls-, Slope- oder O.T.-Trigger. Drücken Sie anschließend F5 für Seite 2 und wählen Sie eine Kupplungsoption aus.
Trigger-Position: Mit dem Bedienelement für die horizontale Position wird die Zeit zwischen dem Trigger und der Bildschirmmitte festgelegt.



3.14 Signalerfassung

Bei der Signalerfassung wird das analoge Signal vom Oszilloskop digitalisiert. Es gibt zwei Erfassungsarten: Echtzeiterfassung und gleichwertige Erfassung. Die Echtzeiterfassung besitzt drei Modi: Normal, Spitzenwerterkennung und Durchschnitt. Die Echtzeiterfassungsgeschwindigkeit wird von der Zeitbasis beeinflusst.

Echtzeiterfassung:

Normal: Bei diesem Erfassungsmodus wird das Signal vom Oszilloskop in regelmäßigen Zeitabständen abgetastet und als Kurvenzug dargestellt. In diesem Modus werden Signale meistens sehr präzise wiedergegeben. In diesem Modus werden jedoch keine schnellen Signalschwankungen erfasst, die zwischen den einzelnen Abtastungen auftreten können. Dies kann zu Aliasing führen, sodass schmale Impulse möglicherweise nicht vom Oszilloskop erfasst werden. In diesem Fall sollten Sie den Spitzenwerterfassungsmodus zur Erfassung der Daten verwenden.

Spitzenwerterfassung: Bei diesem Erfassungsmodus zeichnet das Oszilloskop die höchsten und niedrigsten Werte des Eingangssignals in jedem Abtastintervall auf und stellt sie als Kurvenzug dar. Auf diese Weise kann das Oszilloskop schmale Impulse erfassen und anzeigen, die im Modus Normal womöglich gar nicht entdeckt worden wären. Störrauschen tritt in diesem Modus stärker in Erscheinung.

Mittelwert: In diesem Modus erfasst das Oszilloskop mehrere Signale, bildet daraus einen Mittelwert und zeigt das daraus resultierende Signal an. In diesem Modus lässt sich unkorreliertes Rauschen reduzieren.

Gleichwertige Erfassung:

Diese Art der Erfassung kann für periodische Signale verwendet werden. Falls die Erfassungsrate bei der Echtzeiterfassung zu niedrig ist, wird das Oszilloskop Daten mit einer gleichbleibenden (sehr kleinen) Verzögerung nach jeder Datensatz-Erfassung mit einer festen Geschwindigkeit erfassen. Nachdem dieser Erfassungsvorgang N-mal wiederholt wurde, ordnet das Oszilloskop die erfassten N Datensätze nach der Zeit an, um einen neuen Datensatz zu bilden. Anschließend kann das Signal wiederhergestellt werden. Die Anzahl (N) bezieht sich auf die gleichwertige Erfassungsrate.

Zeitbasis: Das Oszilloskop digitalisiert Signale, indem es den Wert eines Eingangssignals an einzelnen Punkten erfasst. Anhand der Zeitbasis lässt sich festlegen, wie oft die Werte digitalisiert werden. Zur Einstellung der Zeitbasis auf eine für Ihre Zwecke geeignete Horizontalskalierung verwenden Sie die TIME/DIV-Taste.

3.15 Skalierung und Positionierung von Signalen

Sie können die Anzeige von Signalen ändern, indem Sie deren Skalierung und Position ändern. Wenn Sie die Skalierung ändern, wird das Signal größer oder kleiner angezeigt. Wenn Sie die Position ändern, wird das Signal nach oben, unten, rechts oder links verschoben.
Anhand der Kanalanzeige (im linken Teil des Rasters) wird jedes Signal auf der Anzeige identifiziert. Die Anzeige zeigt auf den Massepegel der Signalaufzeichnung.

Vertikale Skalierung und Position: Sie können die vertikale Position von Signalen ändern, indem Sie die Signale in der Anzeige nach oben oder unten verschieben. Zum Datenvergleich können zwei Signale als Überlagerung oder übereinander dargestellt werden.

Horizontale Skalierung und Position: Vortriggerinformationen
Über die Taste für die HORIZONTALE POSITION lässt sich einstellen, ob Signaldaten vor oder nach dem Trigger bzw. an beliebigen dazwischen liegenden Stellen angezeigt werden. Wenn Sie die horizontale Position eines Signals ändern, ändern Sie eigentlich die Zeit zwischen dem Trigger und der Bildschirmmitte.

Beispiel: Sie möchten die Ursache für einen Glitch in Ihrer Messschaltung ermitteln. Hierzu könnten Sie auf den Glitch triggern und den Vortrigger-Zeitraum vergrößern, um Daten vor dem Glitch zu erfassen. Anschließend analysieren Sie die Vortriggerdaten und kommen den Ursachen für den Glitch so womöglich auf die Spur. Mit der Taste TIME/DIV ändern Sie die horizontale Skalierung aller Signale. Beispiel: Sie wollen nur einen einzigen Zyklus eines Signals anzeigen, um das Überschwingen auf der ansteigenden Flanke zu messen. Das Oszilloskop zeigt die horizontale Skalierung als Zeit pro Skalenteil in der Skalierungsanzeige an. Da alle aktiven Signale dieselbe Zeitbasis verwenden, zeigt das Oszilloskop nur einen Wert für alle aktiven Kanäle an.

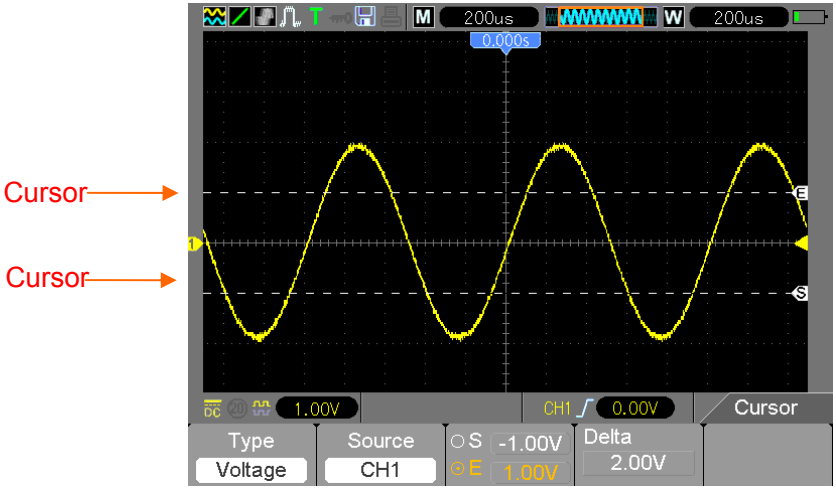
3.16 Messung von Signalen

Das Oszilloskop stellt Signale als Spannung über der Zeit (YT) dar und hilft Ihnen beim Messen des angezeigten Signals. Es gibt verschiedene Arten, eine Messung vorzunehmen. Hierzu können das Raster, die Cursor oder eine automatische Messung eingesetzt werden.

Raster: Mit dieser Methode können Sie eine schnelle visuelle Schätzung und eine einfache Messung mittels der Rasterteilung und der Skalierungsfaktors vornehmen.
Sie können beispielsweise einfache Messungen vornehmen, indem Sie die größten und kleinsten betroffenen Rasterteilungen abzählen und mit dem Skalierungsfaktor multiplizieren. Wenn beispielsweise 6 größere vertikale Rasterteilungen zwischen dem Mindest- und Höchstwert eines Signals liegen und der Skalierungsfaktor 50 mV pro Skalenteil beträgt, können Sie die Spitze-Spitze-Spannung ganz einfach wie folgt berechnen:

6 Skalenteile x 50 mV/Skalenteil = 300 mV

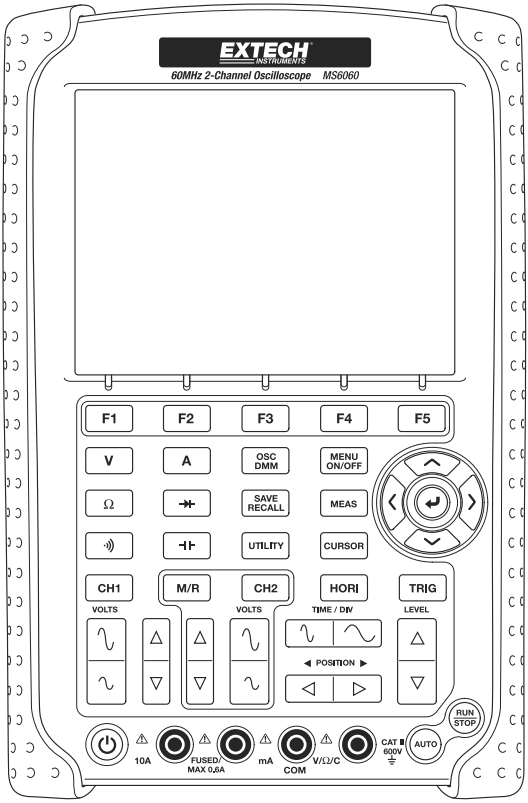
Cursor: Bei diesem Verfahren werden Messungen durch Verschieben der Cursor vorgenommen, die immer paarweise auftreten. Die gemessenen Cursor-Werte lassen sich dabei auf der Messwertanzeige ablesen. Man unterscheidet zwei Cursor-Arten: Amplitude und Zeit. Amplituden-Cursor erscheinen als horizontale unterbrochene Linien auf der Anzeige und dienen zur Messung der vertikalen Parameter. Zeit-Cursor erscheinen als vertikale unterbrochene Linien auf der Anzeige und dienen zur Messung der horizontalen und der vertikalen Parameter. Achten Sie bei Verwendung der Cursor darauf, die Quelle auf das gewünschte Signal einzustellen. Zur Aktivierung der Cursor drücken Sie die Taste CURSOR.



Automatische Messung: Wenn Sie automatische Messungen durchführen, nimmt Ihnen das Oszilloskop sämtliche Berechnungen ab. Da hierbei die Signalaufzeichnungspunkte verwendet werden, sind diese Messungen genauer als die Raster- oder Cursor-Messungen. Bei automatischen Messungen werden die Messergebnisse als Messwertanzeigen präsentiert. Die angezeigten Messwerte werden laufend aktualisiert, sobald das Oszilloskop neue Daten erfasst. Zur Aktivierung des Messungsmodus drücken Sie die Taste **MEAS**.

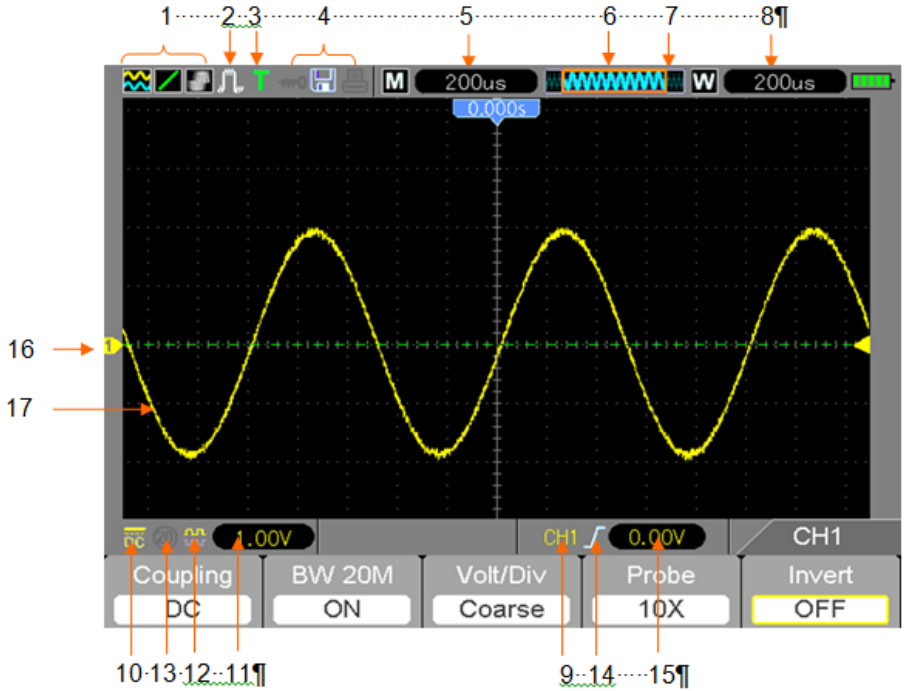
Chapter 4 - Bedienungsgrundlagen

Das Bedienfeld des Oszilloskops ist in mehrere Funktionsbereiche unterteilt. Dieses Kapitel gibt Ihnen eine kurze Übersicht über die Bedienelemente des Oszilloskops und die auf dem Bildschirm angezeigten Informationen und entsprechenden Testverfahren. Die folgende Abbildung stellt das Bedienfeld des digitalen Oszilloskops der MS6000-Serie dar.



Bedienfeld der MS6000-Serie

4.1 Anzeigebereich



1) Anzeigeformat:

: YT : XY

: Vektoren : Punkte

: Grau zeigt an, dass das automatische Auffrischen aktiviert wurde. Grün zeigt an, dass das Auffrischen des Bildschirms aktiviert wurde. Wenn das Symbol auf grün eingestellt wurde, wird die Zeit bis das Auffrischen des Bildschirms dahinter angezeigt.

2) Erfassungsmodus: Normal, Spitzenwerterfassung und Mittelwert.

3) Triggerstatus:

a Das Oszilloskop erfasst Vortriggerdaten.

R Alle Vortriggerdaten wurden erfasst, das Oszilloskop ist jetzt zur Triggererkennung bereit.

T Das Oszilloskop hat einen Trigger erkannt und erfasst jetzt die Nachtriggerdaten.

Das Oszilloskop arbeitet im Automatikbetrieb und erfasst Signale in Abwesenheit von Triggern.

Signaldaten werden im Abtastmodus vom Oszilloskop kontinuierlich erfasst und angezeigt.

- Das Oszilloskop hat die Erfassung der Signaldaten beendet.

S Das Oszilloskop hat eine Einzelfolgeerfassung abgeschlossen.

4) Werkzeug-Symbol:

: Dieses Symbol weist darauf hin, dass die Tastatur des Oszilloskops durch den Host-Computer via USB gesperrt wurde.

: Dieses Symbol zeigt an, dass eine USB-Festplatte angeschlossen wurde.

: Dieses Symbol leuchtet nur auf, wenn die USB-Slaveschnittstelle mit dem Computer verbunden ist.

5) Die Ausgabe zeigt die Einstellung der Hauptzeitbasis an.
6) Hauptzeitbasisfenster
7) Anzeige der Fensterposition im Datenspeicher und der Datenlänge.
8) Zeitbasisfenster
9) Das Funktionsmenü zeigt Informationen für die Funktionstasten an.
10) Das Symbol zeigt die Kanalkopplung an.
11) Pegelbereich
12) Das Symbol zeigt an, ob das Signal invertiert ist oder nicht.
13) 20 MB Bandbreitenbegrenzung. Dieses Symbol zeigt an, dass die Bandbreitenbegrenzung aktiviert wurde (andernfalls ist die Bandbreitenbegrenzung deaktiviert).
14) Triggerart:

: -Trigger auf der ansteigenden Flanke.

: -Trigger auf der abfallenden Flanke.

: Video-Trigger auf der Zeilensynchronisation.

: Video-Trigger auf der Halbbildsynchronisation.

: Impulsbreiten-Trigger, positive Polarität.

: Impulsbreiten-Trigger, negative Polarität.

15) Triggerpegel.
16) Kanal-Markierung.
17) Bereich zur Anzeige des Signals.

4.1.1 XY-Format

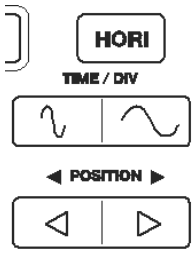
Verwenden Sie das XY-Format zum Analysieren von Phasenunterschieden, beispielsweise durch Lissajousfiguren dargestellt. Bei diesem Format wird die Spannung auf Kanal 1 mit der Spannung auf Kanal 2 verglichen, wobei Kanal 1 auf der horizontalen und Kanal 2 auf der vertikalen Achse dargestellt wird. Das Oszilloskop arbeitet im ungetriggerten Abtastmodus und zeigt die Daten als Punkte an. Die Abtastrate ist fest auf 1 MS/s eingestellt.
Im normalen Betriebsmodus (YT-Format) kann das Oszilloskop ein Signal mit jeder Abtastrate erfassen. Sie können das gleiche Signal auch im XY-Format anzeigen lassen. Hierzu halten Sie die Erfassung an und wechseln zum XY-Anzeigeformat.

Die folgende Tabelle umfasst die Funktionen mehrerer Bedienelemente im XY-Format.

Bedienelemente	Funktionen des XY-Formats
CH1 VOLTS und VERTICAL POSITION	Stellt die horizontale Skalierung und Position ein
CH2 VOLTS und VERTICAL POSITION	Stellt die vertikale Skalierung und Position kontinuierlich ein
Referenzsignale oder berechnete Signale	Nicht verwendbar
Cursor	Nicht verwendbar
Auto-Setup (setzt das Anzeigeformat automatisch auf YT zurück)	Nicht verwendbar
Zeitbasiseinstellungen	Nicht verwendbar
Trigger-Steuerungen	Nicht verwendbar

4.2 Horizontale Bedienelemente

Mit den horizontalen Bedienelementen können Sie die horizontale Skalierung und Position des Signals ändern. Die Anzeige der horizontalen Position enthält die durch die Bildschirmmitte dargestellte Zeit, wobei die Zeit des Triggers Null entspricht. Durch Änderung der Horizontalskalierung wird das Signal um die Bildschirmmitte herum gedehnt bzw. gestaucht. Nahe der oberen rechten Bildschirmecke wird die aktuelle horizontale Position in Sekunden angezeigt.
Ein M steht für die „Hauptzeitbasis“, ein W für die „Fensterzeitbasis“. Die horizontale Position wird auf dem Oszilloskop auch mit einem Pfeilsymbol oben im Raster versehen.



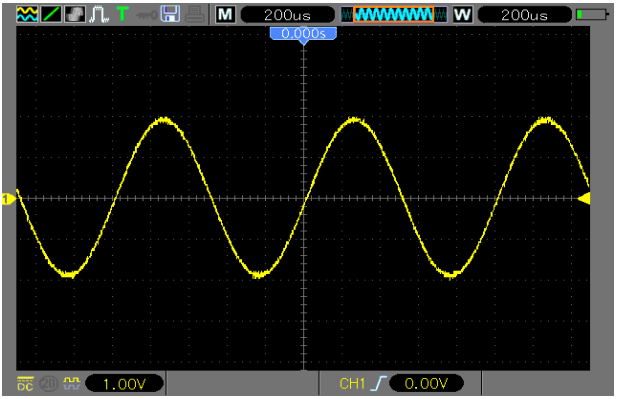
1. HORIZONTALE POSITIONSLEISTE: Hiermit wird die Triggerposition in Bezug auf die Bildschirmmitte eingestellt.

2. TIME/DIV: Hiermit wird die horizontale Zeitskala geändert und damit das Signal vergrößert oder verkleinert. Wenn die Signalerfassung (mit der Taste RUN/STOP) angehalten wird, lässt sich das Signal über dir Taste TIME/DIV vergrößern oder verkleinern. Wählen Sie im Dual-Fenstermodus mit der Taste F1 das größere oder kleinere Fenster. Wenn das größere Fenster gewählt wurde, bietet die Taste F1 die gleichen Funktionen wie im Einzelfenstermodus. Wenn das kleinere Fenster gewählt wurde, können Sie das Signal mit der Taste TIME/DIV skalieren (die Vergrößerung kann auf bis zu 1000x eingestellt werden).

3. Beschreibung jede Option in **HORI MENU**:

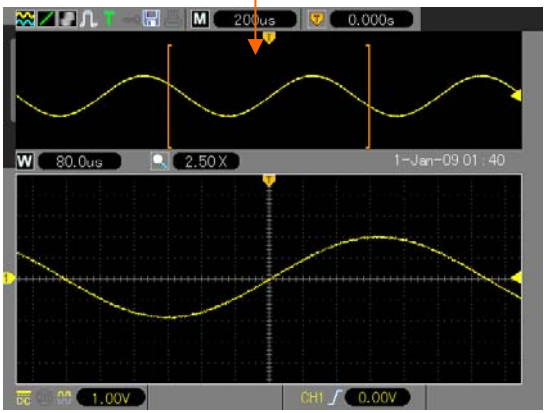
Optionen	Einstellungen	Kommentare
Fenstersteuerung (F1) (Menüseite 1)	Doppeltes Fenster Einzelnes Fenster	Wählt entweder den Einzel- oder Doppelfenstermodus (siehe Abbildungen in der Tabelle unten). Rufen Sie mit dieser Optionstaste im Einzelfenstermodus den Doppelfenstermodus auf.
Fensterauswahl (F2) (Menüseite 1)	Größeres Fenster Kleineres Fenster	Wählt im Doppelfenstermodus das größere (obere) oder kleinere (untere) Fenster. Das Fenster wird hervorgehoben, sobald es ausgewählt wurde.
Holdoff (F3) (Menüseite 1)		Wählen Sie dieses Menü und passen Sie klicken Sie mit der Aufwärts- oder Abwärts-Pfeiltaste die Trigger Holdoff-Zeit im Bereich von 100 ns bis 10 s an.
Reset (F4) (Menüseite 1)		
Seite (F5)		Wechselt die Menüseiten 1 bis 3, wenn die Fenstersteuerung auf Doppeltes Fenster eingestellt wurde.
Vor-Markierung (F2) (Menüseite 2)		Setzen von Markierungen an der richtigen Stelle. Diese Taste richtet den Bildschirm aus, um das Signal bei beliebigen Markierungen links von der aktuellen Ansicht anzuzeigen.
Nächste Markierung (F3) (Menüseite 2)		Wird zum Setzen von Markierungen an der richtigen Stelle verwendet. Diese Taste richtet den Bildschirm aus, um das Signal bei beliebigen Markierungen rechts von der aktuellen Ansicht anzuzeigen.
Set/Clear (F4) (Menüseite 2)		Setzt eine Markierung oder löscht die angezeigte Markierung. Um eine Markierung auf dem Signal zu platzieren, verschieben Sie mit der horizontalen Positionstaste den Teil des angezeigten Signals auf die vertikale Mittellinie (unteres Fenster). Fügen oder entfernen Sie diese Markierung mit der Set-Taste.
Clear All (F2) (Menüseite 3)		Löscht alle Markierungen
Play/Stop (F3) (Menüseite 3)		Verschieben Sie mit dieser Taste das Signal automatisch von links nach rechts. Verschieben Sie mit der horizontalen Positionstaste das Signalfenster auf die am weitesten links liegende Position. Lassen Sie mit „Play“ das Signal sich über den Bildschirm bewegen. Halten Sie die Bewegung mit „Stop“ an.

Einzelfenstermodus



Doppelfenstermodus

Position des erweiterten Fenster-Datenspeichers



Größeres Fenster

Kleineres Fenster

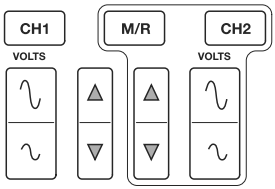
4.2.1 Scan-Modusanzeige (Roll-Modus)

Wird die Taste TIME/DIV auf 80 ms/div oder langsamer und der Triggermodus auf Auto eingestellt, arbeitet das Oszilloskop im Abtastmodus. In diesem Modus wird die Signalanzeige ohne Trigger oder horizontale Positionskontrolle von links nach rechts aktualisiert.

4.3 Vertikale Bedienelemente

Sie können die vertikalen Bedienelemente verwenden, um Signale anzuzeigen und zu entfernen, die vertikale Position und Skalierung einzustellen und Eingangsparameter festzulegen sowie für vertikale mathematische Operationen. Für jeden Kanal gibt es ein eigenes vertikales Menü. Siehe Menübeschreibung unten.

1. **VERTIKALE POSITIONSLEISTE:** Verschiebt die Kanalsignale auf dem Bildschirm nach oben bzw. unten. Bewegt im Doppelfenstermodus die Signale in beiden Fenstern gleichzeitig in die gleiche Richtung.



2. **Menü (CH1, CH2):** Zeigt vertikale Menüoptionen an. Schaltet der Anzeige von Kanalsignalen ein oder aus. Schalten Sie mit der **MENU**-Taste das Menü ein. Wählen Sie mit der CH1- oder CH2-Taste den Kanal aus, den Sie anpassen möchten. Gehen Sie mit der F5-Taste von Menüseite 1 zu Seite 2.

Optionen	Einstellungen	Kommentare
Kopplung (F1) (Menüseite 1)	DC AC Masse	DC lässt alle Anteile des Eingangssignals durch. AC sperrt Gleichstromanteile und dämpft Signale unter 10 Hz. Masse entkoppelt das Eingangssignal und es intern auf Masse.
20 MHz Bandbreitenbegrenzung (F2) (Menüseite 1)	AUS EIN	Begrenzt die Bandbreite, um das Rauschen in der Signalanzeige zu verringern. Filtert das Signal, um Störrauschen und andere unerwünschte hochfrequente Anteile zu reduzieren.
VOLTS/Div (F3) (Menüseite 1)	Grob Fein	Wählt die Auflösung des VOLT-Bedienelements. „Grob“ legt die Sequenz 1-2-5 fest. Bei „Fein“ wird die Auflösung auf schmale Schritte zwischen den groben Einstellungen geändert.

Tastkopfabschwächung (F4) (Menüseite 1)	1X 10X 100X 1000X	Wählen Sie zur korrekten Anzeige der vertikalen Werte einen Wert passend zum Dämpfungsfaktor des Tastkopfs. Bei einem 1X-Tastkopf verringert sich die Bandbreite auf 6 MHz.
Invertieren (F2) (Menüseite 2)	Aus Ein	Invertiert das Signal in Bezug auf den Referenzpegel.
Reset (F3) (Menüseite 2)		Setzt die vertikalen Einstellungen auf die Standardeinstellungen zurück.

Massekopplung

Verwenden Sie die Massekopplung, um ein Null-Volt-Signal anzuzeigen. Der Kanaleingang wird intern an einen Null-Volt-Referenzpegel angelegt.

Signalanzeige entfernen

Um ein Signal von der Anzeige zu entfernen, zeigen Sie zuerst mit der Menütaste das vertikale Menü an. Drücken Sie anschließend die entsprechende Kanaltaste, um das Signal zu entfernen. Sie brauchen ein Kanalsignal nicht anzuzeigen, um es als Triggerquelle oder für mathematische Berechnungen zu verwenden.

3. **VOLTS**

Steuert das Oszilloskop, um das Quellensignal der Kanalwellenform zu vergrößern oder zu dämpfen. Die vertikale Größe der Anzeige auf dem Bildschirm ändert sich (erhöht oder verringert). Mit der Taste F3 kann zwischen Grob und Fein umgeschaltet werden. In der der Auflösungseinstellung Fein zeigt die vertikale Skalierung der Anzeige die tatsächliche VOLTS-Einstellung an. Die vertikale Skalierung ändert sich nur, wenn die Taste auf Grob und die Taste VOLTS eingestellt werden.

4. **MATH-MENÜ:** Ruft das Menü für mathematische Signaloperationen auf. Für weitere Einzelheiten siehe die folgende Tabelle.

Das Menü MATH umfasst Quellenoptionen für jede Operation. Drücken Sie die **M/R**-Taste.

Operation	Option Quelle	Anmerkung
Aktivieren (F1)	EIN AUS	EIN aktiviert die Math-Funktionen
Operation (F2)	CH1+CH2	Kanal 1 und 2 werden addiert.
	CH1-CH2	Das Signal auf Kanal 2 wird vom Signal auf Kanal 1 subtrahiert.
	CH2-CH1	Das Signal auf Kanal 1 wird vom Signal auf Kanal 2 subtrahiert.
	CH1xCH2	Kanal 1 und 2 werden multipliziert.
	CH1/CH2	Kanal 1 wird durch 2 dividiert.
	CH2/CH1	Kanal 2 wird durch 1 dividiert.
FFT (F2)	Quelle (F3) CH1 oder CH2	FENSTER (F4) - Es sind 5 Fenstereinstellungstypen verfügbar: Hanning, Flattop, Rechteckig, Bartlett und Blackman
		Zoom (F2 Seite 2): Stellt mit der FFT Zoom-Taste die Fenstergröße ein. Skalierung: x1, x2, x5, x10.
		Maßeinheit der vertikalen Skala (F3 Seite 2): dBrms oder Vrms

Hinweis: Alle ausgewählten Menüs werden in Orange hervorgehoben.

4.3.1 Math-FFT

Dieses Kapitel umfasst ausführliche Informationen zur Verwendung der Math-FFT-Funktion (FFT = schnelle Fourier-Transformation). Der FFT-Mathematikmodus wird verwendet, um ein Zeitbereichssignal (YT) in seine Frequenzanteile (Spektrum) umzurechnen. Im Math-FFT-Modus können die folgenden Analysetypen ausgeführt werden:

- Analysieren der Oberwellen in Stromversorgungsnetzen
- Messen von Oberwellengehalt und Verzerrungen in Systemen.
- Charakterisierung von Rauschen in Gleichstromversorgungen
- Testen der Impulsantwort von Filtern und Systemen
- Analysieren von Schwingungen

Um den Math-FFT-Modus anzuwenden, verfahren Sie wie folgt:

- Stellen Sie das Quellensignal (Zeitbereich) ein.
- Lassen Sie das FFT-Spektrum anzeigen.
- Wählen Sie einen FFT-Fenstertyp aus.
- Stellen Sie die Abtastrate so ein, dass die Grundfrequenz und die Oberwellen ohne Aliasing angezeigt werden.
- Verwenden Sie die Zoomfunktion zur Vergrößerung des Spektrums.
- Messen Sie das Spektrum mithilfe der Cursor.

4.3.1.1 Einrichten des Zeitbereichssignals

Vor Verwendung des FFT-Modus müssen Sie das Zeitbereichssignal (YT) einrichten. Hierzu verfahren Sie wie folgt:

1. Drücken Sie die Taste AUTO, um ein YT-Signal anzuzeigen.
2. Klicken Sie auf die Taste VOLTS, um sicherzugehen, dass das gesamte Signal auf dem Bildschirm sichtbar bleibt. Falls nicht das gesamte Signal zu sehen ist, zeigt das Oszilloskop unter Umständen durch Hinzufügung hochfrequenter Anteile fehlerhafte FFT-Ergebnisse an.
3. Klicken Sie auf die Taste Vertikale Position, um das YT-Signal senkrecht in der Bildmitte zu zentrieren (Nulllinie). Dadurch wird sichergestellt, dass die FFT einen echten Gleichstromwert anzeigt.
4. Klicken Sie auf die Taste Horizontale Position, um den zu analysierenden Teil des YT-Signals in den acht mittleren Bildschirm-Skalenteilen zu positionieren. Das FFT-Spektrum wird vom Oszilloskop mithilfe der mittleren 2048 Punkte des Zeitbereichssignals berechnet.
5. Klicken Sie auf die Taste TIME/DIV, um die gewünschte Auflösung des FFT-Spektrums einzustellen. Stellen Sie das Oszilloskop so ein, dass möglichst viele Signalzyklen angezeigt werden. Wenn die Taste TIME/DIV angeklickt wurde, um eine schnellere Einstellung (weniger Zyklen) auszuwählen, wird ein größerer Frequenzbereich des FFT-Spektrums angezeigt und die Möglichkeit für FFT-Aliasing verringert.

6. Zum Einrichten der FFT-Anzeige verfahren Sie wie folgt:
    1. Drücken Sie die **M/R**-Taste.
    2. Stellen Sie die Funktionstaste (F2) auf FFT.
    3. Wählen Sie Sie den Quellkanal für Math-FFT (F3) aus.

In vielen Fällen ist das Oszilloskop in der Lage, ein zweckmäßiges FFT-Spektrum anzuzeigen, auch wenn nicht auf das YT-Signal getriggert wird. Dies gilt besonders für periodische Signale oder unkorrelierte Störsignale (wie beispielsweise Rauschen).

Hinweis: Triggern und positionieren Sie alle transienten bzw. Burstsignale möglichst nah an der Bildschirmmitte.

Nyquist-Frequenz

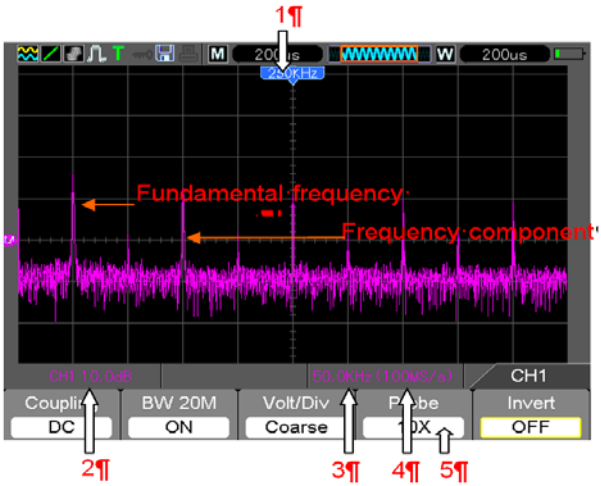
Die höchste Frequenz, die ein digitales Echtzeit-Oszilloskop überhaupt fehlerfrei messen kann, beträgt die Hälfte der Abtastrate. Diese Frequenz wird als Nyquist-Frequenz bezeichnet. Frequenzdaten oberhalb der Nyquist-Frequenz werden mit ungenügender Abtastrate erfasst, wodurch es zu FFT-Aliasing kommt. Anhand der Mathematikfunktion werden die mittleren 2048 Punkte des Zeitbereichssignals in ein FFT-Spektrum umgerechnet. Das daraus resultierende FFT-Spektrum umfasst 1024 Punkte von Gleichspannung (0 Hz) bis hin zur Nyquist-Frequenz. Normalerweise wird das FFT-Spektrum bei der Anzeige horizontal auf 250 Punkte komprimiert. Zur Vergrößerung des FFT-Spektrums können Sie allerdings auch die FFT-Zoomfunktion nutzen, um die Frequenzanteile detaillierter zu betrachten, und zwar an jedem der 1024 Datenpunkte des FFT-Spektrums.

Hinweis: Die vertikale Reaktion des Oszilloskops läuft oberhalb seiner Bandbreite langsam ab (je nach Modell 60 MHz, 100 MHz oder 200 MHz, bzw. 20 MHz bei eingeschalteter Bandbreitenbegrenzung). Folglich kann das FFT-Spektrum gültige Frequenzdaten aufweisen, die höher als die Bandbreite des Oszilloskops sind. Dennoch sind die Amplitudendaten nahe oder oberhalb der Bandbreite nicht präzise.

4.3.1.2 Anzeige des FFT-Spektrums

Drücken Sie die Taste MATH (**M/R**), um das Menü Math anzuzeigen. Wählen Sie den Quellkanal, Fensteralgorithmus und FFT-Zoomfaktor aus den Optionen aus. Es kann jeweils nur ein einziges FFT-Spektrum angezeigt werden.

Math-FFT-Option	Einstellungen	Anmerkung
Quelle (F3) (Menüseite 1)	CH1, CH2	Zur Auswahl des als FFT-Quelle verwendeten Kanals.
Fenster (F4) (Menüseite 1)	Hanning, Flattop, Rechteckig (Kein), Bartlett, Blackman	Wählt den FFT-Fenstertype aus. Für weitere Informationen, siehe Abschnitt 5.3.1.3.
FFT-Zoom (F2) (Menüseite 2)	X1, X2, X5, X10	Ändert die horizontale Vergrößerung der FFT-Anzeige. Für detaillierte Informationen, siehe Abschnitt 5.3.1.6.



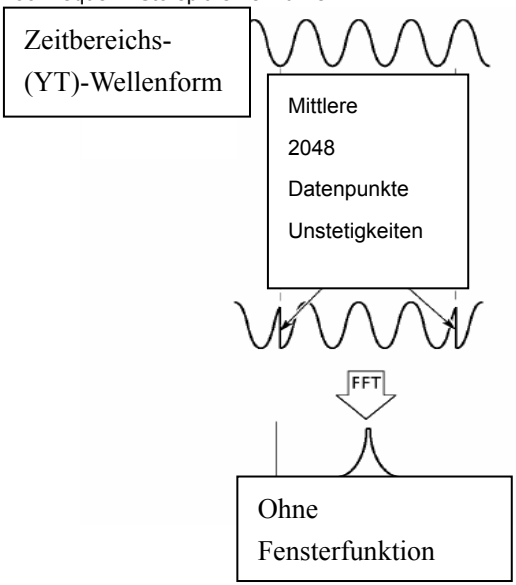
Siehe für Folgendes das Bild oben:

1. Frequenz auf der mittleren Rasterlinie.
2. Vertikale Skalierung in dB pro Skalenteil (0 dB= 1 V_{eff}, (Math-Menü Seite 2 - F3)).
3. Horizontale Skalierung in Frequenz pro Skalenteil.
4. Abtastrate in Anzahl der Abtastwerte pro Sekunde.
5. FFT-Fenstertyp ist auf den gewünschten Typ eingestellt.

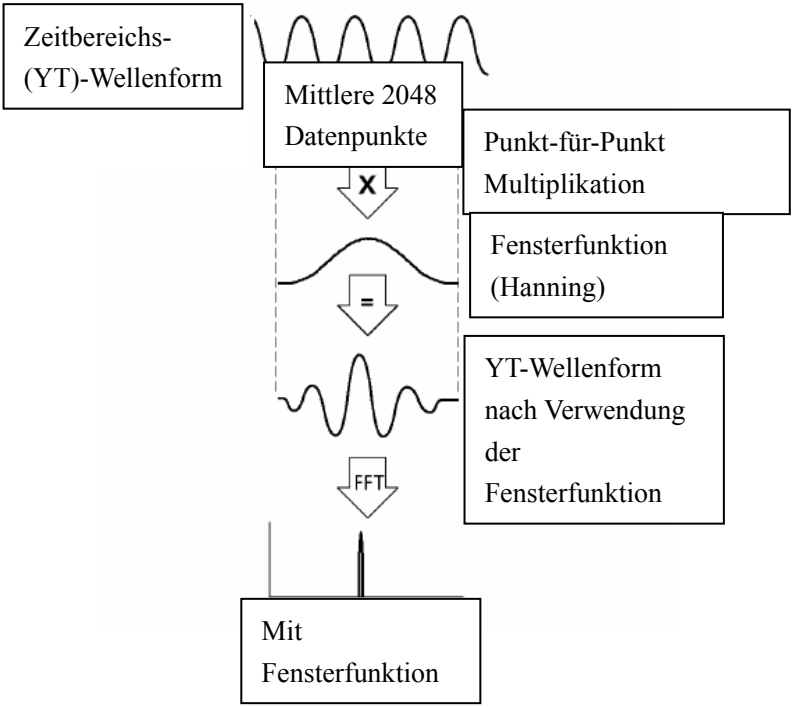
4.3.1.3 Auswahl eines FFT-Fensters

Mithilfe der Fenster lassen sich Spektralverluste in einem FFT-Spektrum verringern. Bei FFT wird davon ausgegangen, dass sich das YT-Signal endlos wiederholt. Bei einer ganzzahligen Anzahl von Zyklen (1, 2, 3 usw.) beginnt und endet das YT-Signal mit der gleichen Amplitude, und es gibt keine Sprünge in der Signalform.

Eine nicht ganzzahlige Anzahl Zyklen im YT-Signal bewirkt unterschiedliche Amplituden des Anfangs- und Endpunkts des Signals. Die Übergänge zwischen Start- und Endpunkt verursachen Sprünge im Signal, die Hochfrequenz-Störspitzen einführen.



Durch Anwendung eines Fensters auf das YT-Signal wird das Signal geändert, sodass die Start- und Endwerte nahe beieinander liegen und FFT-Signalsprünge reduziert werden. (Abbildung - Hanning-Fenster).



Auswahl eines FFT-Fensters: Die Funktion Math-FFT umfasst fünf FFT-Fensteroptionen. Bei jedem Fenstertyp muss zwischen Frequenzauflösung, Spektralverlust und Amplitudengenauigkeit abgewogen werden. Die zu messenden Parameter und die Eigenschaften des Quellsignals helfen Ihnen bei der Auswahl des Fensters.

Fenster	Messung	Technische Daten
Hanning	Zufallssignale	Hohe Frequenzauflösung, akzeptable Amplitudengenauigkeit und geringer Spektralverlust.
Flattop	Sinusartige Signale	Geringe Frequenzauflösung, höchste Amplitudengenauigkeit und geringer Spektralverlust.
Rechteckig (Keine oder Boxcar)	Impulse oder Transienten	Spezialfenster für Signale, die keine Sprünge aufweisen. Höchste Frequenzauflösung, geringe Amplitudengenauigkeit und hoher Spektralverlust.
Bartlett	Zufallssignale	Hohe Frequenzauflösung, akzeptable Amplitudengenauigkeit und akzeptabler Spektralverlust.
Blackman	Zufalls- oder Mischsignale	Geringe Frequenzauflösung, höchste Amplitudengenauigkeit und geringster Spektralverlust.

4.3.1.4 FFT-Aliasing

Probleme treten auf, wenn das Oszilloskop ein Zeitbereichssignal erfasst, das höhere Frequenzanteile als die Nyquist-Frequenz aufweist. Frequenzanteile oberhalb der Nyquist-Frequenz werden mit ungenügender Abtastrate erfasst und werden als niedrigere Frequenzanteile dargestellt, die um die Nyquist-Frequenz herum „zurückgefaltet“ werden. Diese nicht korrekten Anteile werden Aliase genannt.

4.3.1.5 Ausschalten von Aliasing

Um Aliasing auszuschalten, versuchen Sie es mit folgenden Maßnahmen:

- Stellen Sie mit der Taste TIME/DIV eine schnellere Abtastrate ein. Da Sie mit der Abtastrate auch die Nyquist-Frequenz erhöhen, werden die Alias-Frequenzkomponenten mit der korrekten Frequenz angezeigt. Wenn auf dem Bildschirm zu viele Frequenzanteile angezeigt werden, können Sie die FFT-Zoomoption verwenden, um das FFT-Spektrum zu vergrößern.
- Falls die Anzeige von Frequenzanteilen über 20 MHz für Sie unwichtig ist, schalten Sie die Bandbreitenbegrenzung ein.
- Sie können auch einen externen Filter an das Quellsignal anlegen, um seine Bandbreite auf Frequenzen unterhalb der Nyquist-Frequenz zu beschränken.
- Erkennen und ignorieren Sie die Aliasfrequenzen.
- Verwenden Sie die Zoomfunktion und die Cursor zur Vergrößerung und Messung des FFT-Spektrums.

4.3.1.6 Vergrößern und Messen eines FFT-Spektrums

Sie können das FFT-Spektrum vergrößern und mit den Cursorn Messungen daran durchführen. Das Oszilloskop verfügt über eine FFT-Zoomoption zur horizontalen Vergrößerung. Zur vertikalen Vergrößerung verwenden Sie die vertikalen Bedienelemente.

Horizontalzoom und Position

Mit der FFT-Zoomoption (Seite 2 der FFT-Option) können Sie das FFT-Spektrum horizontal vergrößern, ohne dabei die Abtastrate zu verändern. Es gibt die Zoomfaktoren X1 (Grundeinstellung), X2, X5 und X10. Bei einem Zoomfaktor von X1 und dem im Raster zentrierten Signal liegt die linke Rasterlinie auf 0 Hz und die rechte Rasterlinie auf der Nyquist-Frequenz.

Wenn Sie den Zoomfaktor ändern, wird das FFT-Spektrum auf der mittleren Rasterlinie vergrößert. Mit anderen Worten ist die mittlere Rasterlinie der Bezugspunkt der horizontalen Vergrößerung. Klicken Sie auf die Taste Horizontale Position, um das FFT-Spektrum nach rechts zu verschieben.

Vertikalzoom und Position

Wenn das FFT-Spektrum angezeigt wird, werden die Kanaltasten im Bereich Vertikal zu vertikalen Zoom- und Positionssteuerungen für den jeweiligen Kanal. Mit der Taste VOLTS lassen sich folgende Zoomfaktoren einstellen: X1 (Grundeinstellung), X2, X5 und X10. Das FFT-Spektrum wird rund um den M-Marker vertikal vergrößert (Referenzpunkt des berechneten Signals auf der linken Bildschirmkante). Klicken Sie auf die Taste Vertikalen Position, um das Spektrum nach oben zu verschieben.

4.3.1.7 Messen eines FFT-Spektrums mithilfe von Cursorn

An FFT-Spektren lassen sich zwei Messungen vornehmen: Amplitude (in dB) und Frequenz (in Hz). Die Amplitude wird auf 0 dB bezogen, wobei 0 dB gleich 1 Veff ist. Mit den Cursorn können Sie Messungen mit jedem Zoomfaktor durchführen.

Drücken Sie die Taste CURSOR und wenn die Typoption ausgeschaltet ist, wählen Sie Spannung oder Zeit. Drücken Sie die Option Quelle und wählen Sie Math. Wählen Sie mit der Option Typ zwischen Spannung oder Frequenz. Wählen Sie mit der Option SELECT CURSOR (F3) einen Cursor, S oder E. Wenn Cursor S oder E hervorgehoben wurden, verwenden Sie den horizontalen Cursor, um die Amplitude und den vertikalen Cursor, um die Frequenz zu messen. Nun wird im DELTA-Menü genau der gemessene Wert angezeigt, und die Werte an Cursorposition S und Cursorposition E. Delta ist der absolute Wert von Cursor S minus Cursor E.

4.4 Trigger-Bedienelemente

Der Trigger wird im Triggermenü definiert. Es stehen sechs Triggerarten zur Verfügung: Flanke, Video, Impulsbreite, Swap, Slope und Timeout. Weitere Einzelheiten zu den einzelnen Triggerarten finden Sie in den folgenden Tabellen.

TRIGGERMENÜ

Zeigen Sie mit der Taste **TRIG** die Triggermenüs an. Der Flanken-Tripper wird am häufigsten eingesetzt. Für weitere Einzelheiten siehe die folgende Tabelle.

Option	Einstellungen	Anmerkung
Typ (F1)	Flanke, Video, Impuls, Slope und Timeout	Standardmäßig verwendet das Oszilloskop den Flanken-Trigger, der auf die ansteigende oder abfallende Flanke des Eingangssignals triggert, sobald der Triggerpegel (Triggerschwelle) erreicht wird.
Quelle (F2)	CH1 CH2	Dient zur Auswahl der Eingangsquelle als Triggersignal. CH1, CH2: Der Kanal wird triggern, unabhängig davon, ob das Signal angezeigt wird oder nicht.
Slope (F3)	Ansteigend Abfallend	Wenn der Typ (F1) auf Flanke eingestellt wurde, stellen Sie die Flanke zum Triggern auf die ansteigende oder abfallende Flanke ein.
Modus (F4)	Auto Normal Einzel	Wenn der Typ (F1) auf Flanke, Slope, Impuls und OT eingestellt wurde, wählen Sie einen Trigger-Modus. **Auto-Modus** (Standard): In diesem Modus wird das Oszilloskop zum Triggern gezwungen, wenn binnen einer bestimmten, über TIME/DIV eingestellten Zeit kein Trigger erkannt wird. Das Oszilloskop geht bei einer Zeitbasiseinstellung von 80 ms/div (oder langsamer) in den Abtastmodus. **Normaler Modus:** Das Oszilloskop aktualisiert die Anzeige nur dann, wenn es eine gültige Triggerbedingung erkennt. Es werden solange die alten Signale angezeigt, bis sie durch neue ersetzt werden. Verwenden Sie den Modus Normal, wenn nur gültige getriggerte Signale angezeigt werden sollen (das Signal erscheint erst nach dem ersten Trigger). **Einzelmodus:** Dieser Modus lässt die Anzeige eines Einzelfolgeerfassung eines Signals zu.

Kopplung (Menüseite 2)	AC DC HF Reject LF Reject Rauschunterdrückung	AC: Sperrt Gleichstromanteile und dämpft Signale unter 10 Hz. DC: Lässt alle Signalanteile an die Trigger-Schaltung durch. HF Reject: Dämpft die hochfrequenten Anteile über 80 kHz. LF Reject: Sperrt den Gleichspannungsanteil und dämpft die niederfrequenten Anteile unter 8 kHz. Unterdrückt Netzbrummen. Rauschunterdrückung: Ähnlich zur DC-Kopplung, mit Ausnahme, dass die Empfindlichkeit verringert und die Gefahr gesenkt, dass das Oszilloskop versehentlich auf Störrauschen triggert.

HINWEIS: Die Triggerkopplung betrifft nur das Signal, das in das Triggersystem geleitet wird. Sie hat keinerlei Auswirkung auf die Bandbreite oder Kopplung des auf dem Bildschirm angezeigten Signals.

Video-Trigger

Optionen	Einstellungen	Anmerkung
Video (F1)	Keine	Ist Video aktiviert, wird auf die Standard-Videosignale NTSC, PAL oder SECAM getriggert. Die Triggerkopplung wird auf AC voreingestellt.
Quelle (F2)	CH1 CH2	Die Eingangsquelle wird als Triggersignal ausgewählt.
Polarität (F3)	Normal Invertiert	Normal: Triggert auf die negative Flanke des Synchronimpulses. Invertiert: Triggert auf die positive Flanke des Synchronimpulses.
Standard (F4)	NTSC PAL/SECAM	
Synchronisation (F5)	Alle Zeilen Zeilennummer Ungerades Halbbild Gerades Halbbild Alle Halbbilder	Wählen Sie eine geeignete Videosynchronisation aus. Verwenden Sie bei der Auswahl der Zeilennummer für die Option Sync die Option Benutzerauswahl zum Festlegen einer Zeilennummer.

Hinweis: Wenn Sie „Normale Polarität“ wählen, tritt der Trigger immer bei negativen Synchronisationsimpulsen auf. Falls das Videosignal positive Synchronisationsimpulse aufweist, verwenden Sie die Invertierte Polarität.

Impulsbreiten-Trigger

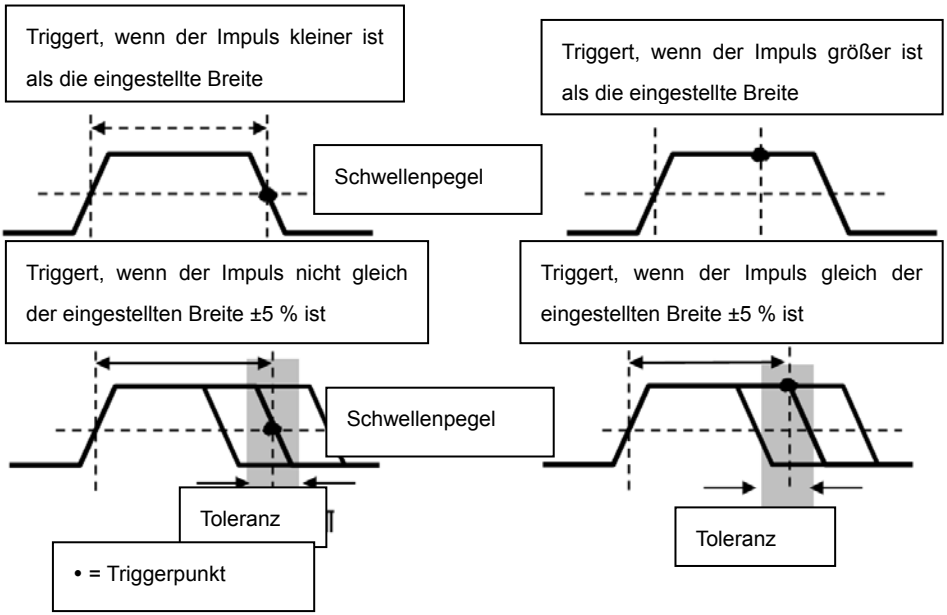
Die Impulsbreiten-Triggerung wird zur Triggerung auf normale oder verzerrte Impulse verwendet.

Optionen	Einstellungen	Anmerkung
Impuls (F1) (Menüseite 1)		Ist Impuls eingestellt, dann wird auf Impulse getriggert, welche die (in den Optionen „Quelle“, „Wenn“ und “Impulsbreite einstellen”) festgelegten Triggerbedingungen erfüllen.
Quelle (F2) (Menüseite 1)	CH1 CH2	Dient zur Auswahl der Eingangsquelle als Triggersignal.
Polarität (F3) (Menüseite 1)	Positiv Negativ	Polarität
Modus (F4) (Menüseite 1)	Auto Normal Einzel	Zur Auswahl der Triggerart. Für die meisten Anwendungen mit Impulsbreiten-Trigger empfiehlt sich der Normalmodus.
Kopplung (F2) (Menüseite 2)	DC AC HF Reject LF Reject Rauschunterdrückung	Dient zur Auswahl der Triggersignalanteile, die in den Triggerschaltkreis geleitet werden HF Reject: Dämpft die hochfrequenten Anteile über 80 kHz. LF Reject: Sperrt den Gleichspannungsanteil und dämpft die niederfrequenten Anteile unter 8 kHz. Rauschunterdrückung: Ähnlich zur DC-Kopplung, mit Ausnahme, dass die Empfindlichkeit verringert und die Gefahr gesenkt, dass das Oszilloskop versehentlich auf Störrauschen triggert.
Wenn (F3) (Menüseite 2)	= ≠ > <	Zur Auswahl der Triggerbedingung.
Impulsbreite (F4) (Menüseite 2)	20 ns bis 10,0 Sek.	Ist die Option „Set Pulse Width“ aktiviert, wird die Impulsbreite eingestellt.
F5		Wechselt zwischen den Untermenüseiten.

Triggern „Wenn“: Die Impulsbreite der Quelle muss auf ≥ 5 ns eingestellt sein, damit der Impuls vom Oszilloskop erkannt wird.

□, ≠: Das Oszilloskop triggert, wenn die Impulsbreite des Signals abzüglich einer Toleranz von ± 5 % gleich oder ungleich der angegebenen Impulsbreite ist.

□, □: Das Oszilloskop triggert, wenn die Impulsbreite des Quellensignals kleiner oder größer ist als die angegebene Impulsbreite.


Triggert, wenn der Impuls kleiner ist als die eingestellte Breite
Triggert, wenn der Impuls größer ist als die eingestellte Breite
Schwellenpegel
Triggert, wenn der Impuls nicht gleich der eingestellten Breite ±5 % ist
Triggert, wenn der Impuls gleich der eingestellten Breite ±5 % ist
Schwellenpegel
Toleranz
Toleranz
• = Triggerpunkt

Slopetrigger Wählt das Triggern entsprechend zur ansteigenden oder abfallenden Flanke (flexibler und genauer als der Flanken-Trigger).

Optionen	Einstellungen	Anmerkung
Slope (F1)		Auswahl der Flanke, mit der das Signal getriggert wird.
Quelle (F2)	CH1 CH2	Auswahl der Eingangsquelle als Triggersignal.
Slope (F3)	Ansteigend Abfallend	Auswahl der Flanke des Signals, mit der es getriggert wird.
Modus (F4)	Normal Auto Einzel	Zur Auswahl der Triggerart. Für die meisten Anwendungen empfiehlt sich der Normalmodus.
Kopplung (F2) (Menüseite 2)	DC AC Rauschunterdrückung HF Reject LF Reject	Dient zur Auswahl der Triggersignalanteile, die in den Triggerschaltkreis geleitet werden.
Vertikal (F3) (Menüseite 2)	V1 V2	Stellen Sie das vertikale Fenster ein, indem Sie zwei Triggerpegel einstellen.
Wenn (F4) (Menüseite 2)	= ≠ > <	Zur Auswahl der Triggerbedingung.
Zeit (F2) (Menüseite 3)	20 ns bis 10,0 Sek.	Stellen Sie bei hervorgehobener Option mit der Multifunktionssteuerung die Zeitspanne ein.

Alternate-Trigger: (Eine Funktion analoger Oszilloskope) Ermöglicht eine stabile Anzeige der Signale von zwei Signalen unterschiedlicher Frequenzen. Alter Trigger benutzt eine bestimmte Frequenz, um zwischen zwei Analogkanälen (CH1 und CH2) umzuschalten, sodass die Kanäle mittels der Triggerschaltung Wechseltriggersignale erzeugen.

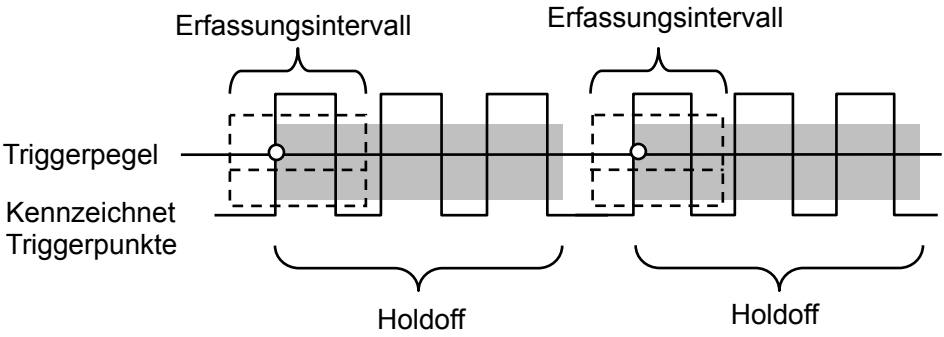
Optionen	Einstellungen	Anmerkung
Alter (F1)		Drücken Sie CH1 (F2) oder CH2 (F3) Muss im Einzelfenstermodus (HORIZ) erfolgen
Kanal	CH1 (F2) CH2 (F3)	Wählen Sie eine Option wie CH1, wählen Sie die Kanaltriggerart und stellen Sie die Menüschnittstelle ein.
Optionen in Untermenüs. Mit dem Alternate (Wechsel) Trigger können CH1 und CH2 auf dem gleichen Bildschirm die Triggermodi wählen und Signale anzeigen. Mit anderen Worten können beide Kanäle aus den vier Trigger-Modi wählen.		
Typ	**Flanke**	
Slope (F2)	Ansteigend Abfallend	Auswahl der Flanke des Signals, mit der es getriggert wird.
Kopplung (F3)	AC DC HF Reject LF Reject Rauschunterdrückung	Dient zur Auswahl der Triggersignalanteile, die in den Triggerschaltkreis geleitet werden.
Zurück (F4)		Zeigt den ersten Alternate-Triggermodus-Bildschirm an, um den Kanal auszuwählen.
Typ	**Video**	
Polarität (F2)	Normal Invertiert	Auswahl der Triggerung bei positiven oder negativen Impulsen.
Standard (F3)	NTSC PAL/SECAM	
Sync (F4)	Alle Zeilen Alle Halbbilder Gerades Halbbild Ungerades Halbbild Zeilennummer	
Zurück (F5)		Zeigt den ersten Alternate-Triggermodus-Bildschirm an, um den Kanal auszuwählen.

Typ	**Impuls**	
Polarität (F2)	Positiv Negativ	Auswahl der Triggerung bei positiven oder negativen Impulsen.
Wenn (F3)	= ≠ < >	Zur Auswahl der Triggerbedingung.
Set PW (F4)	Impulsbreite	Stellen Sie mit der Multifunktionssteuerung die Impulsbreite ein.
Seite (F5)		Einstellungsmenü Seite 1 oder 2.
Kopplung (F2)	AC DC HF Reject LF Reject Rauschunterdrückung	Dient zur Auswahl der Triggersignalanteile, die in den Triggerschaltkreis geleitet werden.
Zurück (F3)		Zeigt den ersten Alternate-Triggermodus-Bildschirm an, um den Kanal auszuwählen.
Typ	**O.T.**	
Polarität (F2)	Positiv Negativ	Auswahl der Triggerung bei positiven oder negativen Impulsen.
Timeout (F3)		Stellt mit der Multifunktionssteuerung das Timeout-Timing ein.
Kopplung (F4)	AC DC HF Reject LF Reject Rauschunterdrückung	Dient zur Auswahl der Triggersignalanteile, die in den Triggerschaltkreis geleitet werden.
Zurück (F5)		Zeigt den ersten Alternate-Triggermodus-Bildschirm an, um den Kanal auszuwählen.

Timeouttrigger: Im Impulsbreiten-Triggermodus kann es einige Zeit dauern, bis eine Triggervorgang erfolgt. Da eine komplette Impulsbreite nicht notwendig ist, um das Oszilloskop zu triggern, kann es wünschenswert sein, nur beim Timeoutpunkt zu triggern. Dies nennt man Timeouttrigger. Rufen Sie den Triggermodus mit **TRIG** auf.

Optionen	Einstellungen	Anmerkung
Typ	O.T.	
Quelle (F2)	CH1 CH2	Wählt den Kanal als Triggerquelle aus.
Polarität (F3)	Positiv Negativ	Auswahl der Triggerung bei positiven oder negativen Impulsen.
Modus (F4)	Normal Auto Einzel	Zur Auswahl der Triggerart. Für die meisten Anwendungen empfiehlt sich der Normalmodus.
Seite (F5)		Wechselt von Seite 1 zu Seite 2.
Timeout (F2) (Menüseite 2)		Stellen Sie das Timing mittels der Multifunktionssteuerung ein.
Kopplung (F3) (Menüseite 2)	AC DC HF Reject LF Reject Rauschunterdrückung	Dient zur Auswahl der Triggersignalanteile, die in den Triggerschaltkreis geleitet werden.
50 % (F4)		
Seite (F5)		Wechselt von Seite 2 zu Seite 1.

Holdoff: Um das Trigger-Holdoff zu verwenden, drücken Sie die Taste **HORI** und stellen Sie die Option Holdoff Time ein (F3). Die Funktion Trigger-Holdoff zur Stabilisierung der Anzeige von komplexen Signalen (wie beispielsweise Impulsfolgen) verwenden werden. Holdoff ist die Zeit zwischen dem Erkennen eines Trigger-Zeitpunkts und dem Zeitpunkt, wenn das Oszilloskop bereit ist, einen anderen zu erkennen. Während der Holdoff-Zeit triggert das Oszilloskop nicht. Bei einer Impulsfolge können Sie die Holdoff-Zeit einstellen, so dass das Oszilloskop nur auf den ersten Impuls der Impulsfolge triggert. Stellen Sie das Timing dieser Funktion mit der Multifunktionssteuerung ein.



4.5 Menü- und Optionstasten

Wie unten dargestellt, werden diese vier Tasten hauptsächlich dazu verwendet, die entsprechenden Setupmenüs aufzurufen.

SPEICHERN/ABRUFEN: Öffnet das Menü zum Speichern oder Abrufen von Einstellungen und Signalen. (**Save/Recall**)

MESSUNG: Öffnet das Messungsmenü an. (**MEAS**)

CURSOR: Öffnet das Cursormenü. (**CURSOR**)

UTIILITY: Öffnet das Dienstprogrammmenü. (**UTILITY**)

DISPLAY: Öffnet das Displaymenü. Klicken Sie auf die Taste **Utility** und gehen Sie zur Menüseite 4, **Display** ist F3.

ERFASSEN: Öffnet das Erfassungsmenü. Klicken Sie auf die Taste **Utility** und gehen Sie zur Menüseite 4, **Erfassen** ist F4.

4.5.1 SPEICHERN/ABRUFEN

Drücken Sie die Taste SAVE/RECALL, um die Einstellungen oder Signaldateien des Oszilloskops zu speichern oder abzurufen.

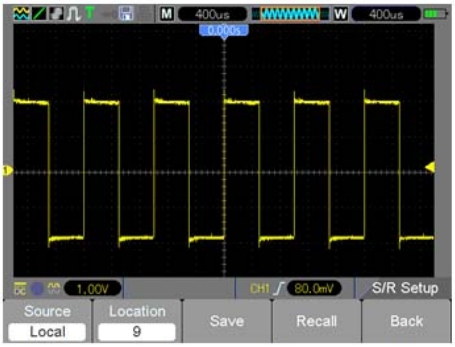
Die erste Seite zeigt folgendes Menü an.

Optionen	Einstellungen	Anmerkung
Signal	F1	Drücken Sie F1, um Sie den Wellenformmodus zu aktivieren.
Quelle (F1)	CH1 CH2	Wählt eine angezeigte, zu sichernde Kurve.
Medien (F2)	SD USB Flash-Laufwerk	Wählt den Speicherort der Daten aus.
Ort (F3)		Kann nur mit SD-Karten und Flash-Laufwerken verwendet werden. Wählen Sie den Speicherort.
Speichern (F4)		Speichert den aktuellen Setup
Seite (F5)		Wechselt von Seite 1 zu Seite 2
Abrufen (F2) (Menüseite 2)		Ruft einen bestimmten Setup aus dem Speicher oder einem Speichermedium ab.
Löschen (F3) (Menüseite 2)		Löscht einen bestimmten Setup aus dem Speicher oder einem Speichermedium.

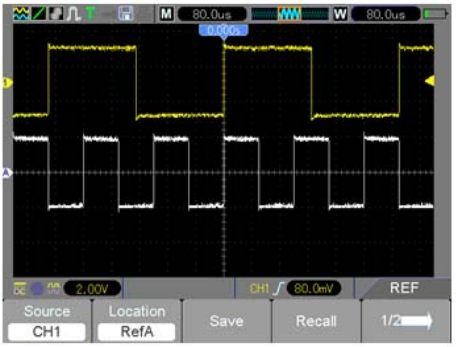
Drücken Sie die Taste **Save/Recall**, um das Save/Recall-Hauptmenü zu öffnen.

Optionen	Einstellungen	Anmerkung
SetUp (F2)		Drücken Sie im Setup/Recall-Hauptmenü die Taste F2, um den Setupmodus zu aktivieren.
Quelle (F1)	Lokal USB	Speichert die aktuellen Einstellungen auf der USB-Festplatte oder im lokalen Speicher des Oszilloskops.
Ort (F2)	0 bis 9	Geben Sie den Speicherort an, an dem die aktuellen Signaleinstellungen gespeichert oder von dem die Signaleinstellungen abgerufen werden sollen.
Speichern (F3)		Führt den Speichervorgang durch.
Recall (F4)		Ruft die an dem ausgewählten Ort gespeicherten Oszilloskopeinstellungen in den Setupspeicher ab.
Zurück (F5)		Kehrt zum Save/Recall-Hauptmenü zurück.
Optionen	**Einstellungen**	**Anmerkung**
CSV (F3)		Drücken Sie im Setup/Recall-Hauptmenü die Taste F3, um den CSV-Modus zu aktivieren.
Quelle (F1)	CH1 CH2	Wählt eine angezeigte, zu sichernde Kurve.
Dateiliste (F2)	Schließen Öffnen	Öffnet eine Datei zum Speichern des Signals. Dazu muss ein USB-Gerät angeschlossen werden. Schließt die Datei nach dem Speichern.
Speichern (F3)		Führt den Speichervorgang durch.
Recall (F4)		Ruft das an dem ausgewählten Ort gespeicherte Signal des Oszilloskops in den Setupspeicher ab. Das USB-Gerät muss angeschlossen werden und es muss die gespeicherte Datei enthalten.
Löschen (F5)		Löscht die hervorgehobene Signaldatei vom USB-Gerät.

Siehe Signalmenüs unten.



Die meisten der 9 Setup-Gruppen lassen das Speichern zu.



Das weiße Signal in dem Menü ist das Recall RefA-Signal.

Hinweis: Das Oszilloskop speichert die aktuellen Einstellungen 5 Sekunden nach der letzten Änderung und diese Einstellungen wird beim nächsten Einschalten des Oszilloskops wieder abgerufen.

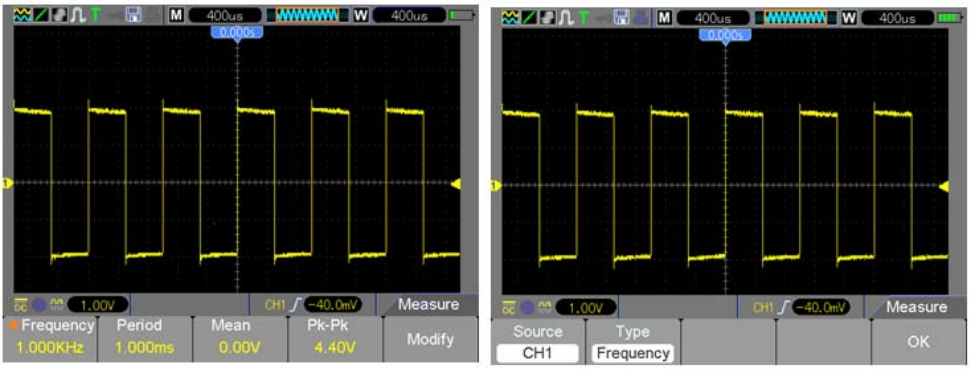
4.5.2 MESSUNG

Zeigen Sie mit der Taste **MEAS** das folgende Menü an.

Es stehen 24 Messungen zur Wahl. Bis zu 8 Messungen lassen sich gleichzeitig anzeigen.

Optionen	Einstellungen	Anmerkung
Ändern (F5)		Wählen Sie mit F5 die Messungsquelle und -art.
Quelle (F1)	CH1 CH2	Messungsquelle auswählen.
Typ (F2)	Frequenz	Berechnet die Frequenz des Signals durch die Messung des ersten Zyklus.
	Periode	Berechnet die Zeit des ersten Zyklus.
	Durchschnitt/Mittelwert	Berechnet den arithmetischen Mittelwert der Amplitude über der gesamten Signalaufzeichnung.
	Pk-Pk (Uss)	Berechnet die absolute Differenz zwischen den höchsten und niedrigsten Scheitelwerten des gesamten Signals.
	CRMS	Berechnet den echten Effektivwert der gemessenen Spannung des ersten vollständigen Zyklus des Signals.
	Minimum	Analysiert die gesamte Signalaufzeichnung aller Punkte im aktuellen Fenster und zeigt den Mindestwert an.
	Maximum	Analysiert die gesamte Signalaufzeichnung aller Punkte im aktuellen Fenster und zeigt den Höchstwert an.
	Anstiegszeit	Misst die Zeit zwischen 10 % und 90 % der ersten ansteigenden Signalflanke.
	Abfallszeit	Misst die Zeit zwischen 90 % und 10 % der ersten abfallenden Signalflanke.
	+ Width	Misst die Zeit zwischen der ersten ansteigenden und der nächsten abfallenden Flanke auf einem Signalpegel von 50 %.
	- Width	Misst die Zeit zwischen der ersten abfallenden und der nächsten ansteigenden Flanke auf einem Signalpegel von 50 %.
	Delay 1-2 ↑	Die Verzögerung der Anstiegszeit zwischen Kanal 1 und Kanal 2.
	Delay 1-2 ↓	Die Verzögerung der Abfallszeit zwischen Kanal 1 und Kanal 2.
	+ Duty	Positives Tastverhältnis = (Positive Impulsbreite) /Periode x 100 %. Gemessen ab dem ersten Signal.
	- Duty	Negatives Tastverhältnis = (Negative Impulsbreite) /Periode x 100 %. Gemessen ab dem ersten Signal.
	Base	Spannung des statistischen Mindestpegels, gemessen über das gesamte Signal.
	Top	Spannung des statistischen Höchstpegels, gemessen über das gesamte Signal.

	Middle	Spannung beim 50 % Pegel von Base zu Top.
	Amplitude	Amplitude = Base - Top, gemessen über das gesamte Signal
	Overshoot	Negatives Überschwingen = (Base - Min)/Amp x100%, gemessen über das gesamte Signal.
	Preshoot	Positives Einschwingen = (Max - Top)/Amp x100 %, gemessen über das gesamte Signal.
	RMS	Effektivwert der Spannung über das gesamte Signal.
	Aus	Führt keinerlei Messungen durch.
OK (F5)		Aktivieren der Messung, nachdem Quelle und Art ausgewählt wurden.



Die Messwerte im Menü, die in einer größeren Schriftgröße dargestellt werden, sind nur die Ergebnisse der entsprechenden Messungen.

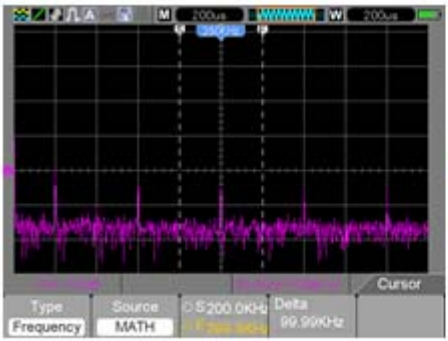
Durchführen von Messungen: Für ein einzelnes Signal (oder ein Signal, das in mehrere Signale aufgeteilt ist) können bis zu 8 automatische Messungen gleichzeitig angezeigt werden. Der Signalkanal muss eingeschaltet sein (wird angezeigt), um die Messung vorzunehmen. An Referenzsignalen oder berechneten Signalen sowie bei Verwendung des XY- oder Abtastmodus lassen sich keine automatischen Messungen durchführen.

4.5.3 CURSOR

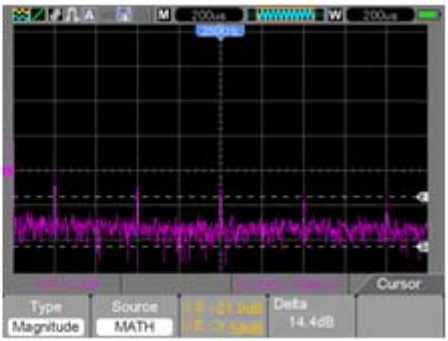
Mit der Taste **CURSOR** kann auf das Cursor-Menü zugegriffen werden.

Optionen	Einstellungen	Anmerkung
Art (F1)	Aus Amplitude Zeit	Dient zur Auswahl und Anzeige der Messcursor. Bei Amplitude wird die Amplitude gemessen, bei Zeit wird die Frequenz und Zeit gemessen.
Quelle (F2)	CH1 CH2 MATH REFA REFB	Hiermit wird das Signal ausgewählt, an dem Cursormessungen vorgenommen werden sollen. Die Messung erscheint in den Cursoranzeigen.
Wählt Cursor (F3)	S E	„S“ kennzeichnet Cursor 1. „E“ kennzeichnet Cursor 2. Ein ausgewählter Cursor kann mittels der Multifunktionssteuerung unabhängig verschoben werden. Wenn kein Cursor hervorgehoben wurde, können beide mittels der Pfeiltasten auf der Multifunktionssteuerung gleichzeitig verschoben werden.
Delta (F4)		Zeigt den Absolutwert der Differenz zwischen den Cursorn an.

Cursorbewegung: Mit der Taste Select Cursor (F3), wählen Sie Cursor (S, E oder beide) aus und verschieben Sie ihn mit der Multifunktionssteuerung. Die Cursor können Sie nur bei angezeigtem Cursor-Menü verschieben.



Frequenz Cursors



Amplitude Cursors

4.5.4 DIENSTPROGRAMM

Zeigen Sie mit der Taste **UTILITY** das Dienstprogrammmenü wie folgt an.

Optionen	Anmerkung
Sys Info (F1) (Menüseite 1)	Zeigt die Software- und Hardwareversionen, die Seriennummer und andere Informationen über das Oszilloskop an.
Update (F2) (Menüseite 1)	Stecken Sie eine USB-Festplatte mit einem Aktualisierungs-Programm ein. Das Disksymbol in der oberen linken Ecke wird hervorgehoben. Bestätigen Sie mit F4 die Taste Update Program. Der Software-Aktualisierungsdialog öffnet sich. Drücken Sie zum Abbrechen der Funktion die Taste F2 (Update hervorgehoben).
Self Cal* (F3) (Menüseite 1)	Drücken diese Option zum Öffnen des Updatedialogs. Bestätigen Sie mit F4 und führen Sie die Selbstkalibrierung durch. Drücken Sie zum Abbrechen F3 (Self Cal hervorgehoben). Entfernen Sie vor der Selbstkalibrierung alle Tastköpfe.
System (F2) (Menüseite 2)	Stellt die Systemparameter ein. Signalton (Ein/Aus), Sprache (Englisch, Chinesisch), Menüfarbe, Zeiteinstellung (Datum und Zeit), PC-Einstellung USB oder NETZWERK (Ethernethafen hat für späteren Gebrauch reserviert)
Shutdown (F3) (Menüseite 2)	Stellt das Timing der Abschaltautomatik ein, wenn Action auf PowerOff eingestellt ist. Stellen Sie die Zeit der Abschaltautomatik (F2) mittels der Pfeiltasten der Multifunktionssteuerung ein. Bestätigen Sie mit F3 die Änderungen der Einstellungen, machen Sie die Änderungen mit F4 rückgängig und kehren Sie mit F5 zum Dienstprogrammhauptmenü zurück.
Video (F4) (Menüseite 2)	Zeichnet ein Video ihrer Signale auf. Wiedergabe USB nach SD SD nach USB Löschen Zurück - Geht zum Dienstprogrammhauptmenü zurück
Tastkopf Ck (F2) (Menüseite 3)	Tastkopfprüfung Tastkopf - (CH-1x, CH2-1x, CH1-10x, CH2-10x) Abgleich der Tastkopfeinstellungen. Prüfen - Schaltet das 1 kHz Vergleichssignal ein Beenden - Schaltet das Vergleichssignal aus Abbrechen - Bricht die Prüfung des Tastkopfs ab

Dienstprogrammmodusmenü Fortsetzung …

Pass/Fail (F3) (Menüseite 3)	(Menü Seite 1 von Pass/Fail) Test aktivieren- Öffnen / Schließen (Ein / Aus) Quelle - CH1 oder CH2 Start Ende
Pass/Fail	(Menü Seite 2 von Pass/Fail) Msg display (F2) - Öffnen/Schließen - Nachrichtenanzeige ein-/ausschalten Out (F3) - Pass, Fail, Pass-Signalton, Fail-Signalton - Alarmeinstellungen Out Stop (F4) - Pass, Fail - Hält den Test bei Pass oder Fail an Seite (F5) - Geht zu Seite 3 des Pass/Fail-Menüs
Pass/Fail	(Menü Seite 3 von Pass/Fail) Regular (F2) - Wechselt die vertikalen oder horizontalen Skalenteile der Testmasken Create (F3) - Passt die vertikalen und horizontalen Skalenteile an. Drücken Sie zum Einstellen der Maske Create Speichern (F4) - Speichert die Masken-Skalenteile auf SD oder USB-Laufwerk Zurück (F5) - Geht zum Dienstprogrammhauptmenü zurück
Aufzeichnen (F4) (Menüseite 3)	Typ aus, Aufzeichnen, Wiedergeben, Speichern Aufzeichnen, Quelle, Zeitintervall, Endframe Start / Ende auf Seite 2
Filter (F2) (Menüseite 4)	Typ Aus, Tiefpass, Hochpass, Bandpass, Bandsperre. Quelle Nach oben Nach unten
Display (F3) (Menüseite 4)	Dieser Menüpunkt steuert das Display. Siehe für diese Einstellungen Abschnitt 5.5.5
Erfassen (F4) (Menüseite 4)	Dieser Menüpunkt steuert den Signalerfassungsmodus. Siehe für diese Einstellungen Abschnitt 5.5.6.
DMM (F2) (Menüseite 5)	Ein - Schaltet die Digitalmultimeterfunktionen ein. Aus – Schaltet die Digitalmultimeterfunktionen aus.
Frequenz (F3) (Menüseite 5)	Ein - AUS -
Mehr (F4) (Menüseite 5)	Lüftertest - SD-Status - Systemmerkmale - Speichertiefe, SD-Karte, Video, Netzwerkkarte (Ethernethafen hat für späteren Gebrauch reserviert)

***Selbstkalibrierung** Mit dem Selbstkalibrierungsprogramm können Sie das Oszilloskop im Hinblick auf die Umgebungstemperatur auf eine maximale Messgenauigkeit optimieren. Um eine maximale Genauigkeit zu gewährleisten, führen Sie die Selbstkalibrierung durch, wenn sich die Umgebungstemperatur um 5°C oder mehr verändert. Befolgen Sie die Anweisungen auf dem Bildschirm.

Tipp: Drücken Sie eine beliebige Menütaste des Oszilloskop, um die Statusanzeige zu löschen und ein entsprechendes Menü aufzurufen.

Beispiel für Pass/Fail:

Der Pass/Fail-Test ist eine der erweiterten speziellen Funktionen dieses Oszilloskops. Mit dieser Funktion kann das Oszilloskop das Eingangssignal mit einer erstellten Signalmaske vergleichen (in der Abbildung blau dargestellt). Wenn das Signal die Maske „berührt“, wird ein „Fail“-Signal ausgegeben. Andernfalls war der Test erfolgreich. Falls erforderlich, kann ein programmierbarer Ausgang für externe automatische Steueranwendungen verwendet werden. Der Ausgang ist wie eine Standardfunktion integriert und ist optisch isoliert. Führen Sie folgende Schritte durch:

1. Speichern Sie für einen Vergleich ein Signal als Referenz.
2. Speisen Sie das Referenzsignal auf CH1 ein und drücken Sie AUTO, um sich mit dem Signal zu synchronisieren.
3. Rufen Sie mit M/R den REF-Modus auf. Stellen Sie Quelle auf CH1 und Speicherort auf RefA. Drücken Sie SAVE (F3)
4. Rufen Sie mit **Utility** das Dienstprogrammmenü auf.
5. Drücken Sie die Taste F5, um zu Seite 3 zu gehen.
6. Rufen Sie das Menü Pass/Fail mit der Taste Pass/Fail (F3) auf.
7. Aktivieren Sie auf Seite 1 Enable to Open, um Pass/Fail einzuschalten. Wählen Sie Source to CH1 (die Eingangssignalquelle).
8. Stellen Sie auf Seite 2 des Pass/Fail-Menüs OUT STOP auf Open (ein) oder Close (aus), um die Stop-on-Funktion zu aktivieren.
   Stellen Sie OUT auf pass oder fail, um Stop-on pass oder fail zu wählen.
   Stellen Sie OUT auf Pass Ring oder Fail Ring, um einen Signalton einzustellen.
   Stellen Sie Msg Display auf Open (Ein) oder Close (Aus).
9. Erstellen der Pass/Fail-Maske: Gehe zu Seite 3 des Pass/Fail-Menüs und klicken Sie auf Regular.
   Ändern Sie die vertikalen oder horizontalen Werte der Maske (in der Abbildung blau dargestellt), indem Sie die Aufwärts- oder Abwärts-Tasten an der Multifunktionssteuerung drücken, um die Skalenteile der vertikalen und horizontalen Werte einzustellen.
   Drücken Sie die Taste Create, um diese neuen Werte in die Maske einzugeben.
   Rufen Sie mit der Taste Save den Speichermodus der Maske auf. Richten Sie das Speichergerät und einen Speicherort für die Maskeneinstellungen ein. Dies kann entweder die lokale SD-Speicherkarte oder ein USB-Speichergerät sein.
   Drücken Sie Save, um die Maske zu speichern oder Recall, um eine zuvor gespeicherte Maske zu laden.
   Kehren Sie durch zweimaliges Anklicken von Back zum Pass/Fail-Menü zurück.
10. Drücken Sie auf Seite 1 oder im Pass/Fail-Menü die Taste Start, um Sie die Pass/Fail-Funktion zu starten. Beenden Sie den Test durch Drücken von End.
    Siehe die Pass/Fail-Testanzeige in der Abbildung unten.
    Beachten Sie die Meldungsanzeige in der oberen linken Ecke.
11. Stellen Sie zum Ausschalten des Pass/Fail-Tests Enable Test auf Seite 1 des Pass/Fail-Menüs auf Close.

Pass/Fail-Test - Masken- (blau) und Signalanzeige (gelb)

4.5.5 ANZEIGE

Die Signalanzeige wird durch Einstellungen des Oszilloskops beeinflusst. Ein Signal kann gemessen werden, sobald es erfasst wurde. Die unterschiedlichen Anzeigestile eines Signals auf dem Bildschirm geben wichtige Informationen über das Signal. Es gibt zwei Modi für die Anzeige von Signalen: Einzelfenster und Doppeltes Fenster.
Beziehen sich auf Horizontale Bedienelemente für weitere Informationen.

Drücken Sie die Taste **Utility** und anschließend die **ACQUIRE**-Taste auf Seite 4 des Dienstprogrammmenüs.

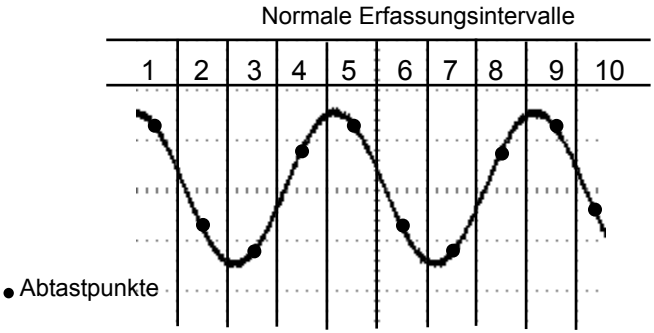
Optionen	Einstellungen	Anmerkungen
Art (F1)	Vectors Dots	„Vektors“ füllt den Zwischenraum zwischen benachbarten Abtastpunkten in der Anzeige. „Dots“ stellt jeweils nur einzelne Abtastpunkte dar.
Persistenz (F2)	Auto 0,2 s-8 s wählbar Unendlich	Dient zur Einstellung der Zeitdauer, die jeder Abtastpunkt angezeigt wird.
DSO-Modus (F3)	YT XY	YT - Normale oder standardmäßige Signalanzeige XY - XY-Format
Kontrast (F4)	0-15	Benutzen Sie die Multifunktionssteuerung, um den Displaykontrast einzustellen.
Menüseite 2		
Raster (F2)	Gestrichelte Linie Durchgängige Linie Ausgeblendet	Anzeige von Rasterlinien einrichten.
Rasterhelligkeit (F3)		Stellen Sie mit der Multifunktionssteuerung die Helligkeit der Rasterlinien des Displays ein.
Bildwiederholfrequenz (F4)	Auto 30, 40, 50 Bilder	Stellt die Bildwiederholfrequenz des Displays ein (die Voreinstellung ist Auto)
Menüseite 3		
Signalhelligkeit (F2)		Verwenden Sie die Pfeiltasten der Multifunktionssteuerung zum Ändern der Signalhelligkeit.
BL Keep (F3)	Unbegrenzt 5, 10, 30, 60 Sek.	Legt fest, wie lange die Hintergrundbeleuchtung eingeschaltet bleibt.
Menu Keep (F4)	Unbegrenzt 5, 10, 30, 60 Sek.	Legt fest, wie lange das Menü angezeigt wird.

4.5.6 ERFASSEN

Die Erfassungsmodi eines Oszilloskops steuern, wie Signalpunkte aus Abtastpunkten erzeugt werden. Drücken Sie die **Utility**- und anschließend die **ACQUIRE**-Taste auf Seite 4 des Dienstprogrammmenüs.

Optionen	Einstellungen	Anmerkungen
Art (F1)	Real Time Equ-Time	Erfasst Signale mit digitaler **Echtzeit**-Technologie. Baut Signale mit **gleichwertiger** Abtast-Technologie neu auf.
Modus (F2) (Echtzeit)	Normal Spitzenwert Mittelwert	**Normal:** Erfassung und präzise Darstellung der meisten Signale. **Spitzenwert:** Wird zur Erkennung von Glitches und zur Reduzierung von Aliasing eingesetzt. **Mittelwert:** Reduziert unkorreliertes Rauschen in der Signalanzeige. Die Anzahl der Mittelwerte kann ausgewählt werden.
Mittelwerte (F3) (Echtzeit)	4 16 64 128	Modus (F2) muss auf den oberen Mittelwert eingestellt werden. Auswahl der Anzahl von Mittelwerten
LongMem (F4)	4 K, 40 K, 512 K	Speichertiefe - Auswahl der Speichertiefe.
Zurück (F5)		Zurück zum Dienstprogrammhauptmenü

Normal: (Abtastmodus) erzeugt ein Signal im Oszilloskop, indem gesammelte Abtastpunkte gespeichert werden. Die Abtastwerte werden bei jedem Signalintervall erfasst.



Der normale Modus erfasst in jedem Signalintervall einen einzelnen Abtastpunkt

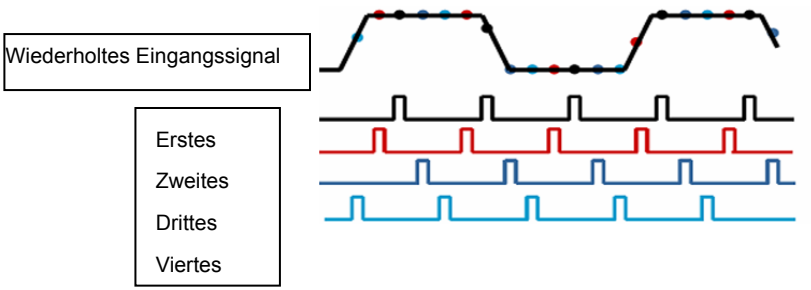
Spitzenwerterfassung: Verwenden Sie diesen Modus, um Glitches bis zu 10 ns zu erkennen und die Möglichkeit für Aliasing zu verringern. Dieser Modus ist bei einer TIME/DIV-Einstellung von 4 µs/div oder langsamer effektiv. Wenn Sie die TIME/DIV-Einstellung auf 4 µs/div oder schneller einstellen, wechselt der Erfassungsmodus auf Normale Abtastung, da die Abtastrate hoch genug ist, sodass keine Spitzenwerterfassung erforderlich ist. Allerdings zeigt das Oszilloskop keine Meldung an, um auf den auf Abtastung geänderten Modus hinzuweisen.

Mittelwert: Verwenden Sie den Mittelwerterfassungsmodus, um unkorreliertes Rauschen eines Signals, das Sie anzeigen möchten, zu reduzieren. Die Daten werden im Abtastmodus erfasst, und anschließend wird daraus der Mittelwert gebildet. Wählen Sie die Anzahl der Erfassungen aus (4, 16, 64 oder 128), aus denen der Mittelwert des Signals gebildet werden soll.

Beenden der Erfassung: Während die Erfassung läuft, wird das Signal „LIVE“ angezeigt. Halten Sie die Erfassung an (drücken Sie die Taste **RUN/STOP**), um die Anzeige einzufrieren. Das angezeigte Signal lässt sich beide Male über die vertikalen und horizontalen Bedienelemente skalieren und positionieren.

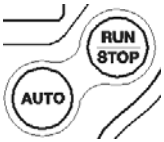
Gleichwertige Erfassung: Wiederholt die Normale Erfassung. Verwenden Sie diesen Modus, wenn Sie wiederholt angezeigte periodische Signale speziell untersuchen möchten. Eine Auflösung von 40ps ist möglich, (d. h. 25 GS/s Abtastrate), die deutlich höher als im Echtzeit-Erfassungsmodus ist.

Das Erfassungsprinzip ist folgendermaßen.



Erfassen Sie wie oben dargestellt ein wiederholbares Eingangssignal. Tasten Sie das Signal in verschiedenen Abständen ab. Speichern Sie die digitalen Werte im Speicher. Die Abtastpunkte können jetzt zum erneuten Erstellen des Signals verwendet werden.

4.5.7 Tasten für schnelle Aktionen



AUTO: Das Oszilloskop wird automatisch so eingestellt, dass eine verwertbare Anzeige der Eingangssignale stattfindet. Beachten Sie den entsprechenden Inhalt der folgenden Tabelle.

RUN/STOP: Das Oszilloskop erfasst ein einzelnes Signal und hält dann an.

4.5.8 AUTOSET

Autoset ist einer der nützlichsten Modi des digitalen Oszilloskops. Wenn die Taste **AUTO** gedrückt wurde, erkennt das Oszilloskop den Signaltyp (Sinus oder Rechteck) und stellt die Bedienelemente entsprechend zum Eingangssignal ein, so dass eine präzise Anzeige des Signals erfolgt.

Funktionen	Automatisch vorgenommene Einstellungen
Erfassungsmodus	Auf Abtastmodus oder Spitzenwerterfassung eingestellt
Cursor	Aus
Anzeigeformat	Auf YT eingestellt
Anzeigetyp	Bei einem FFT-Spektrum auf Vektoren eingestellt. Ansonsten unverändert.
Horizontale Position	Eingestellt
TIME/DIV	Eingestellt
Triggerkopplung	Eingestellt auf DC, Noise reject, LF Reject oder HF reject
Trigger-Holdoff	Minimum
Triggerpegel	Auf 50 % setzen
Triggermodus	Automatisch
Triggerquelle	Eingestellt
Triggerflanke	Eingestellt
Triggerart	Flanke
Trigger Video-Synchronisation	Eingestellt
Trigger Video-Standard	Eingestellt
Vertikale Bandbreite	Voll
Vertikale Kopplung	DC (wenn zuvor Masse ausgewählt wurde). Bei Videosignal AC, ansonsten unverändert
VOLTS	Eingestellt

Mit der Funktion Autoset lassen sich alle Kanäle auf Signale hin untersuchen und Signale entsprechend anzeigen. Autoset bestimmt außerdem die Triggerquelle anhand folgender Bedingungen:

- Falls mehrere Kanäle Signale aufweisen, zeigt das Oszilloskop den Kanal mit dem niederfrequentesten Signal an.
- Wenn keine Signale gefunden werden, zeigt das Oszilloskop den Kanal mit der niedrigsten Nummer an, wenn Auto-Setup aufgerufen wird.
- Wenn keine Signale gefunden werden und keine Kanäle angezeigt werden, zeigt das Oszilloskop Kanal 1 an und verwendet diesen.

Sinussignal:

Wenn Sie die Funktion Auto-Setup verwenden und das Oszilloskop feststellt, dass das Signal einem Sinussignal ähnelt, werden folgende Optionen angezeigt:

Sinussignal	Details
Multi-Zyklus-Sinussignal	Zeigt mehrere Zyklen mit entsprechender vertikaler und horizontaler Skalierung an.
Einzelzyklus-Sinussignal	Hier wird die Horizontalskalierung so eingestellt, dass ungefähr ein Zyklus des Signals dargestellt wird.
FFT	Wandelt das Zeitbereichs-Eingangssignal in seine Frequenzanteile um und zeigt das Ergebnis als Graph der Frequenz gegenüber dem Betrag (Spektrum) an. Siehe Abschnitt 5.3.1 Math FFT für weitere Informationen.
Autoset rückgängig	Das Oszilloskop zeigt wieder die vorherige Einstellung an.

Rechtecksignal oder Impuls:

Wenn Sie die Funktion Autoset verwenden und das Oszilloskop feststellt, dass das Signal einem Rechtecksignal oder Impuls ähnelt, werden folgende Optionen angezeigt:

Rechtecksignal	Details
Multi-Zyklus-Rechtecksignal	Zeigt mehrere Zyklen mit entsprechender vertikaler und horizontaler Skalierung an.
Einzelzyklus-Rechtecksignal	Hier wird die Horizontalskalierung so eingestellt, dass ungefähr ein Zyklus des Signals dargestellt wird. Das Oszilloskop zeigt die automatischen Messungen für Min, Mittelwert und positive Breite an.
Ansteigende Flanke	Zeigt die ansteigende Flanke an.
Abfallende Flanke	Zeigt die abfallende Flanke an.
Autoset rückgängig	Das Oszilloskop zeigt wieder die vorherige Einstellung an.

Chapter 5 - Benutzen des Multimeters

Anzeigefenster des Multimeters

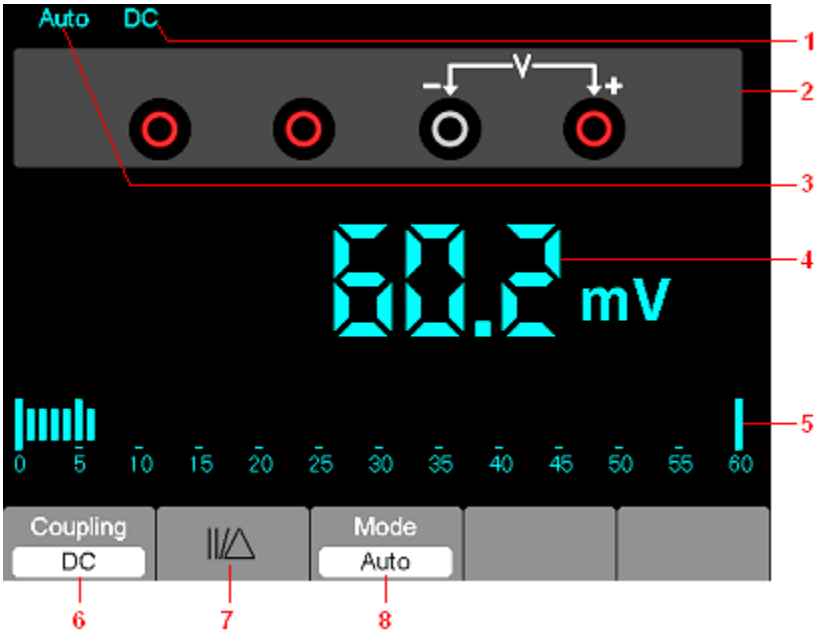


Abbildung 7-1 Anzeigefenster des Multimeters

Beschreibung

1) Anzeigen im Messungsmodus:
   DC: Gleichstrommessung
   AC: Wechselstrommessung
2) Eingangsbuchsen und Anschlussdiagramme.
3) Manuell/Auto-Bereichsanzeige: MANUELL bezieht sich auf den Messbereich im manuellen Betriebsmodus und Auto bezieht sich auf Messbereich im automatischen Betriebsmodus.
4) Maßeinheitsanzeige und Messwert.
5) Balkenanzeige
6) DC- oder AC-Messungsmodussteuerung.
7) Absolute/Relative Messgrößensteuerung: Das Symbol „||“ stellt die absolute Messgrößen- und das Symbol „Δ “ die relative Messgrößensteuerung dar.
8) Manuelle oder automatische Messbereichsteuerung.

Bedienung des Multimeters

Drücken Sie im Oszilloskop-Fenster die Taste OSC/DMM. Das Oszilloskop schaltet zum Multimeter-Fenster um. Der Bildschirm zeigt anschließend das Messmodusfenster an, das beim letzten Ausschalten des Multimeters verwendet wurde. Nach dem ersten Umschalten in den Multimeter-Messmodus wird standardmäßig der Gleichspannungmessmodus eingestellt.

Messen des Widerstands

Gehen Sie zum Messen eines Widerstands folgendermaßen vor:

1) Drücken Sie die Taste R. Das Widerstandsmessfenster öffnet sich auf dem Bildschirm.
2) Stecken Sie das schwarze Kabel in die COM- und das rote Kabel in die V/Ω/C-Bananenbuchse.
3) Verbinden Sie die roten und schwarzen Messleitungen mit dem zu prüfenden Widerstand. Der Widerstandswert wird in Ohm auf dem Bildschirm angezeigt. Der Bildschirm wird dann wie in Abbildung 7-2 aussehen.

Abbildung 7-2 Widerstandsmessung

Diodenprüffunktion

Führen Sie die folgenden Schritte durch, um eine Diodenprüfung durchzuführen:

1) Drücken Sie die Taste Diode. Das Dioden-Symbol wird oben auf dem Bildschirm angezeigt.
2) Stecken Sie das schwarze Kabel in die COM- und das rote Kabel in die V/Ω/C-Bananenbuchse.
3) Verbinden Sie die roten und schwarzen Messleitungen mit der Diode. Die Spannung an der Diode wird auf dem Bildschirm in Volt angezeigt. Der Bildschirm wird dann wie in Abbildung 7-3 aussehen.

Abbildung 7-3 Diodenprüfung

Durchgangsprüfung

Führen Sie die folgenden Schritte durch, um eine Widerstands-Durchgangsprüfung durchzuführen:

1) Drücken Sie die Taste •)). Die Anzeige •)) erscheint im oberen Bildschirmbereich.
2) Stecken Sie das schwarze Kabel in die COM- und das rote Kabel in die V/Ω/C-Bananenbuchse.
3) Verbinden Sie die roten und schwarzen Messleitungen mit den Messstellen. Beträgt der Widerstandswert weniger als 30 Ω, gibt das Messgerät ein akustisches Signal aus. Der Bildschirm wird dann wie in Abbildung 7-4 aussehen.

Abbildung 7-4 Durchgangsprüfung

Messen der Kapazität

Führen Sie die folgenden Schritte durch, um die Kapazität zu messen:

1) Drücken Sie die Taste . Das Symbol erscheint im oberen Bildschirmbereich.
2) Stecken Sie das schwarze Kabel in die COM- und das rote Kabel in die V/Ω/C-Bananenbuchse.
3) Verbinden Sie die roten und schwarzen Messleitungen mit dem zu prüfenden Kondensator. Das Messgerät zeigt den Kapazitätswert in µF oder nF auf dem Bildschirm an. Der Bildschirm wird dann wie in Abbildung 7-5 aussehen.

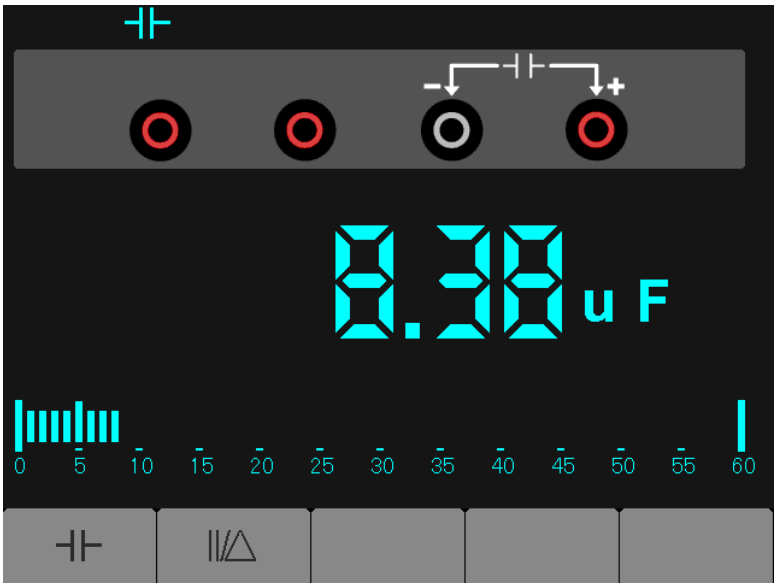


Abbildung 7-5 Kapazitätsmessung

Messen einer Gleichspannung

Führen Sie die folgenden Schritte durch, um eine Gleichspannung zu messen:

1) Drücken Sie die Taste V. Das Symbole Auto DC erscheint im oberen Bildschirmbereich.
2) Stecken Sie das schwarze Kabel in die COM- und das rote Kabel in die V/Ω/C-Bananenbuchse.
3) Verbinden Sie die roten und schwarzen Messleitungen mit den Messpunkten. Der Spannungswert wird auf dem Bildschirm angezeigt. Der Bildschirm wird dann wie in Abbildung 7-6 aussehen.

Abbildung 7-6 Gleichspannungsmessung

Messen einer Wechselspannung

Führen Sie die folgenden Schritte durch, um die Wechselspannung zu messen:

1) Drücken Sie die Taste V. Das Symbol DC erscheint im oberen Bildschirmbereich.
2) Drücken Sie die Taste F1. Das Symbol AC erscheint im oberen Bildschirmbereich.
3) Stecken Sie das schwarze Kabel in die COM- und das rote Kabel in die V/Ω/C-Bananenbuchse.
4) Verbinden Sie die roten und schwarzen Messleitungen mit den Messpunkten. Der Wechselspannungswert wird auf dem Bildschirm angezeigt. Der Bildschirm wird dann wie in Abbildung 7-7 aussehen.

Abbildung 7-7 Wechselspannungsmessung

Messen eines Gleichstroms

Führen Sie die folgenden Schritte durch, um einen Gleichstrom kleiner 600 mA zu messen:

1) Drücken Sie die Taste A. Das Symbol DC erscheint im oberen Bildschirmbereich. Die auf dem Hauptanzeigebildschirm angezeigte Maßeinheit ist mA. Wechseln Sie mit F2 die Maßeinheit zwischen mA und 10 A. Der max. zulässige Gleichstrom ist 600 mA.
2) Stecken Sie das schwarze Kabel in die COM- und das rote Kabel in die mA-Bananenbuchse.
3) Verbinden Sie die roten und schwarzen Messleitungen mit den Messpunkten. Der Gleichstromwert wird auf dem Bildschirm angezeigt. Der Bildschirm wird dann wie in Abbildung 7-8 aussehen.

HINWEIS: Begrenzen Sie bei Strommessungen von 5 A und mehr die Messdauer auf max. 15 Sekunden und warten Sie zwischen den Messungen 1 Minute zum Abkühlen.

Abbildung 7-8 600 mA Gleichstrommessung

Führen Sie die folgenden Schritte durch, um einen Gleichstrom größer als 600 mA zu messen:

1) Drücken Sie die Taste A. Das Symbol DC erscheint im oberen Bildschirmbereich. Die auf dem Hauptanzeigebildschirm angezeigte Maßeinheit ist mA.
2) Drücken Sie die Taste F2, um den 10A-Messmodus auszuwählen. Die auf dem Hauptbildschirm angezeigte Maßeinheit ist A.
3) Stecken Sie das schwarze Kabel in die COM- und das rote Kabel in die 10A-Bananenbuchse.
4) Verbinden Sie die roten und schwarzen Messleitungen mit den Messpunkten. Der Gleichstromwert wird auf dem Bildschirm angezeigt.
5) Kehren Sie mit F2 zur 600 mA Strommessung zurück.

Der Bildschirm wird dann wie in Abbildung 7-9 aussehen.

Abbildung 7-9 10 A Gleichstrommessung

Messen eines Wechselstroms

Führen Sie die folgenden Schritte durch, um einen Wechselstrom kleiner als 600 mA zu messen:

1) Drücken Sie die Taste A. Das Symbol DC erscheint im oberen Bildschirmbereich. Die auf dem Hauptbildschirm angezeigte Maßeinheit ist mA. Das Symbol mA wird unten auf dem Bildschirm angezeigte. Wechseln Sie mit F2 die Maßeinheit zwischen mA und 10 A. Der max. zulässige Wechselstrom ist 600 mA.
2) Drücken Sie einmal die Taste F1. Das Symbol AC erscheint im oberen Bildschirmbereich.
3) Stecken Sie das schwarze Kabel in die COM- und das rote Kabel in die mA-Bananenbuchse.
4) Verbinden Sie die roten und schwarzen Messleitungen mit den Messpunkten. Der Wechselstromwert wird auf dem Bildschirm angezeigt. Der Bildschirm wird dann wie in Abbildung 7-10 aussehen.

HINWEIS: Begrenzen Sie bei Strommessungen von 5 A und mehr die Messdauer auf max. 15 Sekunden und warten Sie zwischen den Messungen 1 Minute zum Abkühlen.

Abbildung 7-10 600 mA Wechselstrommessung

Führen Sie die folgenden Schritte durch, um einen Wechselstrom größer als 600 mA zu messen:

1) Drücken Sie die Taste A. Das Symbol DC erscheint im oberen Bildschirmbereich. Die auf dem Hauptbildschirm angezeigte Maßeinheit ist mA.
2) Drücken Sie die Taste F2, um den 10A-Messmodus auszuwählen. Die auf dem Hauptbildschirm angezeigte Maßeinheit ist A.
3) Drücken Sie einmal die Taste F1. Das Symbol AC erscheint im oberen Bildschirmbereich.
4) Stecken Sie das schwarze Kabel in die COM- und das rote Kabel in die 10A-Bananenbuchse.
5) Verbinden Sie die roten und schwarzen Messleitungen mit den Messpunkten. Der Wechselstromwert wird auf dem Bildschirm angezeigt.
6) Kehren Sie mit F2 zum 600 mA Messmodus zurück.

Der Bildschirm wird dann wie in Abbildung 7-11 aussehen.

Abbildung 7-11 10 A Wechselstrommessung

Durchführen einer Relativmessung

Eine Relativmessung ist eine Messung, die im Vergleich zu einem gespeicherten Referenzwert erfolgt. Die daraus resultierende Anzeige repräsentiert den Messwert minus des Referenzwerts.

Das folgende Beispiel zeigt, wie Sie eine relative Messung durchführen. Zunächst müssen Sie einen Referenzwert speichern.

1) Drücken Sie die Taste „Ω“.
2) Stecken Sie das schwarze Kabel in die COM- und das rote Kabel in die V/Ω/C-Bananenbuchse.
3) Verbinden Sie die roten und schwarzen Messleitungen mit einem Widerstand. Der Widerstandswert wird in Ohm auf dem Bildschirm angezeigt.
4) Wenn sich der Messwert stabilisiert hat, drücken Sie die Taste F1. Oben auf dem Bildschirm wird ||/□ angezeigt.

Der gespeicherte Referenzwert wird angezeigt.
Der Bildschirm wird dann wie in Abbildung 7-12 aussehen.

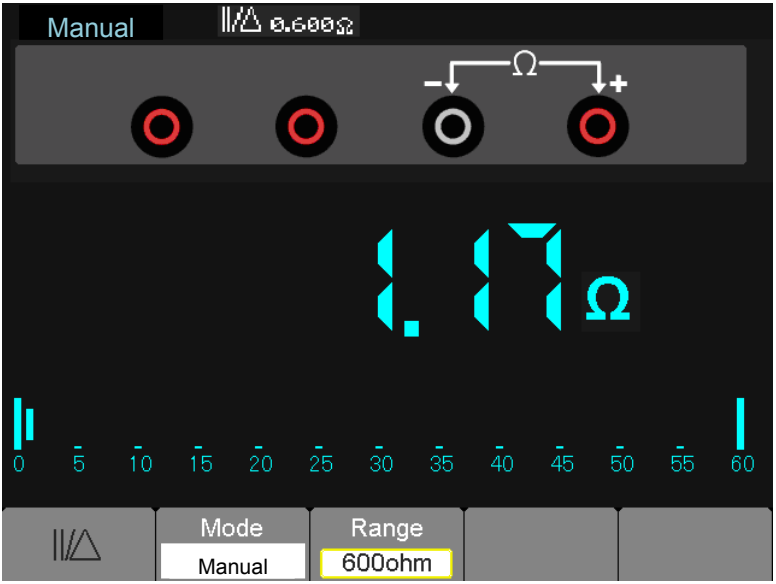


Abbildung 7-12 Relativmessung

Auswählen der automatischen/manuellen Bereichswahl

Die Standardeinstellung ist die automatische Bereichswahl. Beispiel: Wechseln Sie im Gleichspannungsmodus in die manuelle Bereichswahl und führen Sie folgende Schritte durch:

1) Rufen Sie mit F3 die manuelle Bereichseinstellung auf. Das Symbol Manuell wird angezeigt.
2) Im manuellen Bereichswahlmodus wird der Messbereich jedes Mal eine Stufe erhöht, wenn F4 gedrückt wird. Beim Erreichen des höchsten Bereichs, springt das Messgerät beim nächsten Tastendruck auf F4 d in den niedrigsten Bereich.
3) Kehren Sie mit F3 zur manuellen Bereichswahl zurück. Das Symbol Manuell wird erneut angezeigt.

Achtung: Im manuellen Bereichswahlmodus können keine kapazitiven Messungen erfolgen.

Der Bildschirm wird dann wie in Abbildung 7-13 aussehen.

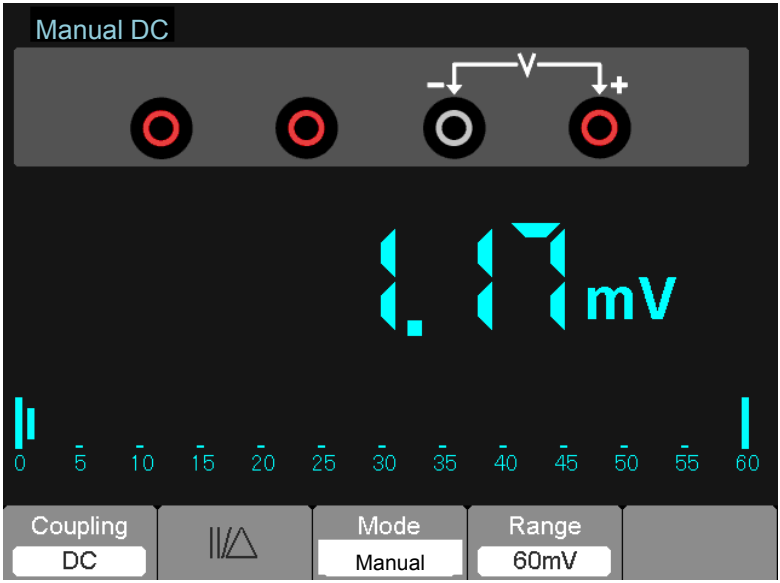


Abbildung 7-13 Manuelle Bereichswahl

Chapter 6 - Fehlerbehebung

6.1 Fehlerbehebung

1. Das Oszilloskop lässt sich nicht einschalten:

1□ Überprüfen Sie, ob das Netzkabel richtig angeschlossen wurde.
2□ Überprüfen Sie auch die Ein/Aus-Taste, um sicherzustellen, dass sie gedrückt wurde.
3□ Starten Sie das Oszilloskop erneut.

Falls das Problem weiterhin besteht, wenden Sie sich an Ihren örtlichen Händler bzw. die technische Supportabteilung von Extech.

2. Das eingeschaltete Oszilloskop zeigt keine Signale an:

1□ Überprüfen Sie, ob der Tastkopf richtig an der BNC-Eingangsbuchse geschlossen wurde.
2□ Überprüfen Sie, ob der Kanalschalter (wie z.B. die CH1-, CH2-Menütasten) eingeschaltet wurde.
3□ Überprüfen Sie das Eingangssignal, um festzustellen, ob der Tastkopf richtig angeschlossen wurde.
4□ Überprüfen Sie, ob bei allen gemessenen Schaltungen tatsächlich Signale am Ausgang anliegen.
5□ Erhöhen Sie die Verstärkung von DC-Signalen.
6□ Drücken Sie die Taste **Auto**, um eine automatische Erkennung der Signale durchzuführen.

Wenden Sie sich an den technischen Support von Extech, wenn immer noch keine Signale angezeigt werden.

3. Die Wellenform des Eingangssignals ist stark verzerrt:

1□ Überprüfen Sie, ob der Tastkopf richtig an der BNC-Eingangsbuchse des Kanals geschlossen wurde.
2□ Überprüfen Sie, ob der Tastkopf eine gute Verbindung mit dem zu messenden Objekt hat.
3□ Überprüfen Sie, ob der Tastkopf ordnungsgemäß kalibriert wurde. Ansonsten schlagen Sie bzgl. der Kalibrierung in dieser Bedienungsanleitung nach.

4. Das Signal bewegt sich kontinuierlich auf dem Bildschirm und kann nicht getriggert werden:

1□ Überprüfen Sie die Triggerquelle, um sicherzustellen, dass sie sich mit dem Eingangskanal verträgt.
2□ Überprüfen Sie die Triggerschwelle, ob diese ordnungsgemäß eingestellt wurde.
3□ Überprüfen Sie den Triggermodus, ob er passend zum Eingangssignal gewählt wurde. Die Voreinstellung ist der Flanken-Triggermodus. Jedoch ist die Flanken-Triggerung nicht für jeden Signaltyp geeignet.

5. Wenn der Meter jetzige Messungen nicht darstellen wird: Die inneren Sicherungen dürften geöffnet haben. Der Meter wird von zwei schnellem Spielen verschmilzt nicht zugänglich zum Verbraucher geschützt. Die Sicherungen sind eingeschätzt: 1A (600V) und 12A (600V) schnell handelnd. Bitte kontaktieren Sie einen örtlichen Extech Verteiler oder die Extech Technische Stützenabteilung für Hilfe beim Befinden sich ein örtliches Kundenzentrum.

Chapter 7 - Technische Daten

7.1 Technische Daten

Alle veröffentlichten technischen Daten gelten für Oszilloskope der MS6000-Serie. Verifizieren Sie vor dem Überprüfen eines Oszilloskops seine Übereinstimmung mit diesen technischen Daten, um zu gewährleisten, dass das Oszilloskop die folgenden Bedingungen erfüllt:

- Das Oszilloskop muss ununterbrochen für mehr als 20 Minuten bei der angegebenen Betriebstemperatur laufen.
- Wird die Betriebstemperatur um mehr als 5 Grad Celsius überschritten, muss eine „Auto-Kalibrierung" mittels des Dienstprogrammmenüs durchgeführt werden.
- Das Oszilloskop muss sich innerhalb des werksmäßigen Kalibrierungsintervalls befinden.

Alle Angaben werden garantiert, außer es wurde „typisch" angemerkt.

Technische Daten des Oszilloskops

Horizontal

<table>
<tr><td>Abtastratenbereich</td><td colspan="2">1 GS/s</td></tr>
<tr><td>Signal-Interpolation</td><td colspan="2">(sin x)/x</td></tr>
<tr><td>Aufzeichnungslänge</td><td colspan="2">Maximal 1 M Abtastwerte pro Einzelkanal, maximal 512 K Abtastwerte pro Dualkanal</td></tr>
<tr><td rowspan="2">TIME/DIV-Bereich</td><td>MS6060
MS6100</td><td>MS6200</td></tr>
<tr><td>4 ns/div bis 40 s/div in einer 2, 4, 8 Sequenz</td><td>2 ns/div bis 40 s/div in einer 2, 4, 8 Sequenz</td></tr>
<tr><td>Abtastrate und Genauigkeit der Verzögerungszeit</td><td colspan="2">±50 ppm über jedes ≥1 ms Zeitintervall</td></tr>
</table>

Delta Zeitmessgenauigkeit (Volle Bandbreite)	Einzelfolgeerfassung, Normaler Modus ± (1 Abtastzeitintervall +100 ppm × Messung + 0,6 ns)	
	>16 Mittelwerte ± (1 Abtastzeitintervall +100 ppm × Messung + 0,4 ns)	
	Abtastzeitintervall = s/div ÷ 200	
Positionsbereich	**MS6060** **MS6100**	
	4 ns/div bis 8 ns/div	(-8div × s/div) bis 20 ms
	20 ns/div bis 80 µs/div	(-8div × s/div) bis 40 ms
	200 µs/div bis 40 s/div	(-8div × s/div) bis 400 s
	MS6200	
	2 ns/div bis 10 ns/div	(-4div × s/div) bis 20 ms

Vertikal

Analog-Digitalwandler (A/D)	8 Bit Auflösung, Jeder Kanal wird synchron abgetastet		
VOLTS-Empfindlichkeitsbereich	2 mV/div bis 5 V/div bei BNC-Eingang		
Positionsbereich	2 mV/div bis 200 mV/div, ± 2 V >200 mV/div bis 5 V/div, ±50 V		
Analoge Bandbreite in normalen und Mittelwert-Modi bei BNC oder mit Tastkopf, DC-gekoppelt	2 mV/div bis 20 mV/div, ± 400 mV 50 mV/div bis 200 mV/div, ± 2 V 500 mV/div bis 2 V/div, ± 40 V 5 V/div, ±50 V		
Wählbare analoge Bandbreitenbegrenzung, typisch	20 MHz		
Niedriger Frequenzgang (-3 db)	≤10 Hz bei BNC. Anschluss		
Anstiegszeit bei BNC-Anschluss, typisch	**MS6060**	**MS6100**	**MS6200**
	< 5,8 ns	< 3,5 ns	< 1,8 ns

DC-Verstärkungsgenauigkeit	±3 % für normalen oder Mittelwert-Erfassungsmodus, 5 V/div bis 10 mV/div ±4 % für normalen oder Mittelwert-Erfassungsmodus, 5 mV/div bis 2 mV/div
DC Messgenauigkeit Mittelwert-Erfassungsmodus	Messungsarten: Mittelwert von ≥16 Signalen mit vertikaler Position bei Null Genauigkeit: ± (3 % × Ablesung + 0,1div + 1 mV), wenn 10 mV/div oder größer gewählt wurde
	Messungsarten: Mittelwert von ≥16 Signalen mit vertikaler Position nicht bei Null Genauigkeit: ± [3 % × (Ablesung + vertikale Position) + 1 % der vertikalen Position + 0,2div] Fügen Sie 2 mV für Einstellungen von 2 mV/div bis 200 mV/div hinzu. Fügen Sie 50 mV für Einstellungen von 200 mV/div bis 5 V/div hinzu
Spannungsmessung-Wiederholbarkeit, Mittelwert-Erfassungsmodus	Der Spannungsunterschied zwischen zwei beliebigen Durchschnittswerten von ≥ 16 Signalen, die unter der gleichen Einstellung und den gleichen Umgebungsbedingungen erfasst wurden

Hinweis: Bei Verwendung des 1X-Tastkopfs reduziert sich die Bandbreite auf 6 MHz.

Trigger

<table>
<tr><td rowspan="5">Trigger-Empfindlichkeit (-Trigger)</td><td>Kopplung</td><td colspan="3">Empfindlichkeit</td></tr>
<tr><td rowspan="2">DC</td><td>Quelle</td><td>MS6060
MS6100</td><td>MS6200</td></tr>
<tr><td>CH1
CH2</td><td>1div von DC bis 10 MHz
1,5div von 10 MHz bis volle Bandbreite</td><td>1,5div von 10 MHz bis 100 MHz
2div von 100 MHz bis volle Bandbreite</td></tr>
<tr><td>AC</td><td colspan="3">Dämpft Signale unterhalb 10 Hz</td></tr>
<tr><td>HF Reject</td><td colspan="3">Dämpft Signale oberhalb 80 kHz</td></tr>
<tr><td></td><td>LF Reject</td><td colspan="3">Entspricht DC-gekoppelten Begrenzungen für Frequenzen oberhalb 150 kHz, dämpft Signale unterhalb 150 kHz</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Triggerpegelbereich</td><td>Quelle</td><td colspan="3">Messbereich</td></tr>
<tr><td>CH1, CH2</td><td colspan="3">±8 Skalenteile Teilungen von der Bildschirmmitte</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Triggerpegelgenauigkeit, typisch (anwendbar auf das Signal mit Anstiegs- oder Abfallszeit ≥20 ns)</td><td>Quelle</td><td colspan="3">Genauigkeit</td></tr>
<tr><td>CH1, CH2</td><td colspan="3">0,2div × Volts/div innerhalb ±4 Teilungen von der Bildschirmmitte</td></tr>
<tr><td>Pegeleinstellung bei 50 %, typisch</td><td colspan="4">Betrieb mit Eingangssignalfrequenz ≥50 Hz</td></tr>
</table>

Hinweis: Bei Verwendung des 1X-Tastkopfs reduziert sich die Bandbreite auf 6 MHz.

Video-Triggerart	Quelle	Messbereich
	CH1, CH2	2 Teilungen der maximalen Amplitude
Signalformate und Teilbildraten, Video-Triggerart	Unterstützt NTSC, PAL und SECAM Rundfunksysteme für jede Teilbild- oder jede Zeilenfrequenz	
Holdoff-Bereich	100 ns bis 10 s	

Impulsbreiten-Trigger	
Impulsbreiten-Triggermodus	Triggerung, wenn < (kleiner als), > (größer als), = (gleich), oder ≠ (nicht gleich). Positive oder negative Polarität
Impulsbreiten-Triggerpunkt	Gleich: Das Oszilloskop triggert, wenn die fallende Flanke des Impulses den Triggerpegel durchläuft. Nicht gleich: Ist der Impuls schmaler als die angegebene Breite, wird die fallende Flanke als Triggerpunkt benutzt. Andernfalls triggert das Oszilloskop, wenn ein Impuls länger ist als die als Impulsbreite eingestellte Zeit. Kleiner als: Der Triggerpunkt ist die abfallende Flanke. Größer als (auch bezeichnet als Timeout-Trigger): Das Oszilloskop triggert, wenn ein Impuls länger ist als die als Impulsbreite eingestellte Zeit.
Impulsbreitenbereich	Einstellbar zwischen 20 ns und 10 s

Slopetrigger	
Slopetriggermodus	Trigger < (kleiner als), > (größer als), = (gleich), oder ≠ (nicht gleich). Positiver oder negativer Slope
Slopetriggerpunkt	Gleich: Das Oszilloskop triggert, wenn die Flanke des Signals gleich dem eingestellten Anstieg ist. Nicht gleich: Das Oszilloskop triggert, wenn die Flanke des Signals nicht gleich dem eingestellten Anstieg ist. Kleiner als: Das Oszilloskop triggert, wenn die Flanke des Signals kleiner als der eingestellte Anstieg ist. Größer als: Das Oszilloskop triggert, wenn der Anstieg der Wellenform größer als der eingestellte Anstieg ist.
Zeitbereich	Einstellbar zwischen 20 ns und 10 s
Timeout-Trigger	Die führende Flanke: Ansteigende Flanke oder abfallende Flanke, Zeiteinstellung: 20 ns bis 10 s

Alternate (Swap) Trigger	
CH1	Interner Trigger: Flanke, Impulsbreite, Video, Slope
CH2	Interner Trigger: Flanke, Impulsbreite, Video, Slope

Erfassung

Erfassungsmodi:	Normal, Spitzenwert und Mittelwert.	
Erfassungsrate, typisch	Bis zu 2000 Signale pro Sekunde pro Kanal (Normaler Erfassungsmodus, keine Messung)	
Einzelfolgeerfassung	Erfassungsmodus	Erfassungsstoppzeit
	Normal, Spitzenwert	Eine Erfassung, alle Kanäle gleichzeitig
	Mittelwert	N Erfassungen, alle Kanäle gleichzeitig. Für N kann 4, 8, 16, 32, 64 und 128 ausgewählt werden.

Eingänge

Eingangskopplung	DC, AC oder Masse	
Eingangsimpedanz, DC-gekoppelt	1 MΩ ±2 % parallel geschaltet mit 20 pF ±3 pF	
Tastkopfabschwächung	1X, 10X	
Unterstützte Tastkopfabschwächungen	1X, 10X, 100X, 1000X	
Maximale Eingangsspannung	Überspannungskategorie	Maximalspannung
	CAT I und CAT II	300 V_{eff} (10×), Installationskategorie
	CAT III	150 V_{eff} (1×)
	Installationskategorie II: über 100 kHz bis 13 V Spitzenwert AC bei 3 MHz* und höher um 20 dB/Dekade verringern. Für nicht-sinusförmige Signale muss der Spitzenwert kleiner als 450 V sein. Abweichungen über 300 V sollten weniger als 100 ms dauern. RMS-Pegel, einschließlich aller Gleichstromanteile, die mittels AC-Kopplung entfernt wurde, müssen auf 300 V begrenzt werden. Wenn diese Werte überschritten werden, kann das Oszilloskop beschädigt werden.	

Messungen

Cursor	Spannungs- und Zeitunterschied zwischen den Cursern: □V Zeitunterschied zwischen den Cursorn: □T Reziprok zu □T in Hertz (1/ΔT)
Automatische Messungen	Frequenz, Periode, Mittelwert, Spitze-Spitze, CycleRMS, Minimum, Maximum, Anstiegszeit, Abfallszeit, Positive Breite, Negative Breite, Verzögerung 1-2↑, Verzögerung 1-2↓, +Tastverhältnis, -Tastverhältnis, Base, Top, Mitte, Amplitude, Überschwingen, Preshoot, RMS, Aus

Allgemeine technische Daten

Anzeige	
Anzeigetyp	14.2 cm breites LCD-Display mit Hintergrundbeleuchtung
Displayauflösung:	240 (vertikal) x 320 (horizontal) Pixel
Displaykontrast	Einstellbar (16 Stufen) mit einem Fortschrittsbalken

Tastkopf-Kompensatorausgang	
Ausgangsspannung, typisch	Ca. 2 Vpp bei ≥1 MΩ Last
Frequenz, typisch	1 kHz

Interner Speicher	
2 GB SD-Karte	Kann eine Karte mit bis zu 32 G aufnehmen (Karte erreichbar über das Batteriefach)

Stromversorgung	
Versorgungsspannung	100-120 VAC_{eff} (±10 %), 45 Hz bis 440 Hz 120-120 VAC_{eff} (±10 %), 45 Hz bis 66 Hz
Leistungsaufnahme	<30 W, (ca. 3 Stunden)
Sicherung (2)	Fasten Sie Spielen: 1A (600V), 12A (600V)
Batterie	7,4 V Li-Ionen, aufladbar

Umwelteinflüsse		
Temperatur	Betrieb: 0 ℃ bis 50 ℃	
	Lagerung: -40 ℃ bis +71 ℃	
Kühlungsmethode	Konvektion	
Luftfeuchtigkeit	+40 ℃ oder niedriger: ≤90 % relative Luftfeuchtigkeit	
	+41 ℃ bis 50 ℃: ≤60 % relative Luftfeuchtigkeit	
Höhe	Betrieb und Lagerung	3.000 m
	Zufällige Vibrationen	0,31 g_{eff} von 50 Hz bis 500 Hz, 10 Minuten auf jeder Achse
	Lagerung	2,46 g_{eff} von 5 Hz bis 500 Hz, 10 Minuten auf jeder Achse
Mechanischer Schock	Betrieb	50 g, 11 ms, halber Sinus

Mechanisch		
Abmessungen	Länge	245 mm
	Höhe	163 mm
	Tiefe	52 mm
Gewicht	Ohne Verpackung und Zubehör	1,2 kg

Messmodus

Maximale Auflösung	6000 Counts
DMM-Testmodi	Spannung, Strom, Widerstand, Kapazität, Diode und Durchgang
Maximale Eingangsspannung	AC: 600 V DC: 800 V
Maximaler Eingangsstrom	AC: 10 A DC: 10 A
Eingangsimpedanz	10 MΩ

Technische Daten des Messgeräts

Messbereich		Genauigkeit (rdg)	Auflösung
Gleichspannung	60,00 mV (manuell)	±1 % ±1 Ziffer	10 uV
	600,0 mV		100 uV
	6,000 V		1 mV
	60,00 V		10 mV
	600,0 V		100 mV
	800 V		1 V
Wechselspannung	60,00 mV (manuell)	±1 % ±3 Ziffern	10 uV
	600,0 mV (manuell)		100 uV
	6,000 V		1 mV
	60,00 V		10 mV
	600,0 V		100 mV
Gleichstrom	60,00 mA	±1,5 % ±1 Ziffer	10 uA
	600,0 mA	±1 % ±1 Ziffer	100 uA
	6,000 A	±1,5 % ±3 Ziffern	1 mA
	10,00 A		10 mA
Wechselstrom	60,00 mA	±1,5 % ±3 Ziffern	10 uA
	600,0 mA	±1 % ±1 Ziffer	100 uA
	6,000 A	±1,5 % ±3 Ziffern	1 mA
	10,00 A		10 mA

Widerstand	600,0	±1 % ±1 Ziffer	0,1 Ω
	6,000 K		1 Ω
	60,00 K		10 Ω
	600,0 K		100 Ω
	6,000 M		1 KΩ
	60,00 M	±1,5 % ±3 Ziffern	10 KΩ
Kapazität	40,00 nf	±1,75 % ±10 Ziffern	10 pF
	400,0 nf		100 pF
	4,000 uF		1 nf
	40,00 uF		10 nF
	400,0 uF		100 nf
	Hinweis: Die kleinste messbare Kapazität beträgt 5 nf		
Diode	0 V bis 2,0 V		
Durchgangstest	< 30 Ω		

Chapter 8 - Allgemeine Pflege und Reinigung

8.1 Allgemeine Pflege

Setzen Sie die LCD-Anzeige nicht längere Zeit direkter Sonneneinstrahlung aus.
Das Oszilloskop oder die Tastköpfe nicht Sprays, Flüssigkeiten oder Lösungsmitteln aussetzen, um Beschädigungen zu vermeiden.

8.2 Reinigung

Kontrollieren Sie regelmäßig Messgerät und Sonde gemäß den Betriebsbedingungen. Reinigen Sie die Außenfläche des Geräts entsprechend den folgenden Schritten:

1) Wischen Sie das Oszilloskops und die Tastköpfe mit einem fusselfreien Tuch ab, um angesammelten Staub zu entfernen. Dabei das LCD-Display nicht verkratzen.
2) Benutzen Sie zum Reinigen des Oszilloskops ein leicht mit Wasser angefeuchtetes Tuch. Für eine effizientere Reinigung können Sie eine wässrige Lösung mit 75 % Isopropylalkohol verwenden.

Hinweis: Um eine Beschädigung der Außenfläche des Oszilloskop oder der Tastköpfe zu vermeiden, keine ätzenden oder chemischen Reinigungsmittel verwenden.

Copyright © 2012 Extech Instruments Corporation (eine FLIR-Firma)
Alle Rechte vorbehalten; einschließlich des Rechts auf Vervielfältigung im Ganzen oder in Teilen in jeglicher Form.
www.extech.com
ISO-9001 Certified